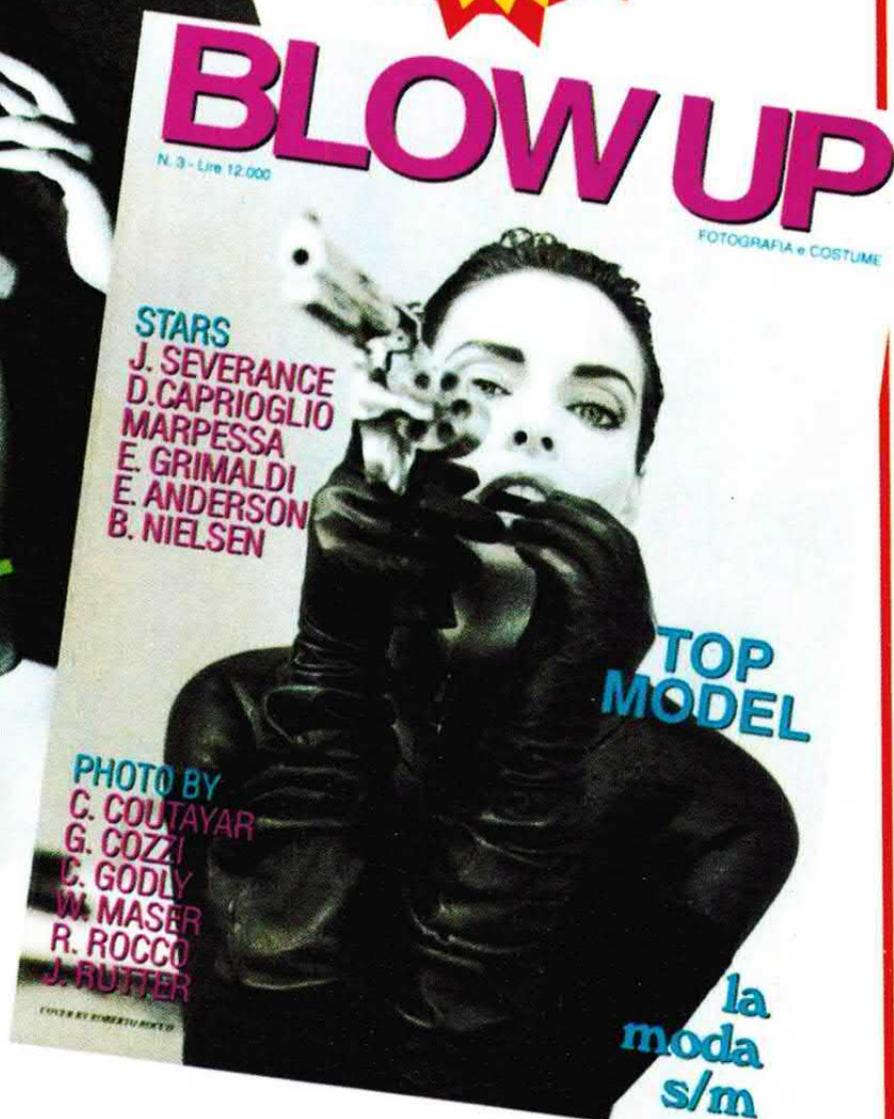
new 18

# Elettronica 2000

ELETTRONICA APPLICATA, SCIENZA E TECNICA

172 - LUG / AGO 1994 - L. 6.000
Sped. in abb. post. gruppo III

# LE FOTO
# DELLE PIÙ BELLE RAGAZZE DEL MONDO

**IN UNA STRAORDINARIA RIVISTA DI FOTOGRAFIA E COSTUME**

**LE RAGAZZE PIÙ BELLE DEL PIANETA NELLE STUPENDE IMMAGINI DEI PIÙ BRAVI FOTOGRAFI DI MODA!**

## in tutte le edicole!

# SOMMARIO



Copertina: Edoardo Legati, Milano.


**Direzione**
Mario Magrone

**Redattore Capo**
Syra Rocchi

**Laboratorio Tecnico**
Davide Scullino

**Grafica**
Nadia Marini

**Collaborano a Elettronica 2000**
Mario Aretusa, Giancarlo Cairella, Marco Campanelli, Beniamino Coldani, Giampiero Filella, Giuseppe Fraghì, Paolo Gaspari, Luis Miguel Gava, Andrea Lettieri, Giancarlo Marzocchi, Beniamino Noya, Mirko Pellegri, Marisa Poli, Tullio Policastro, Paolo Sisti, Margie Tornabuoni, Massimo Tragara.

**Redazione**
C.so Vitt. Emanuele 15
20122 Milano
tel. 02/781000 - fax 02/780472
**Per eventuali richieste tecniche chiamare giovedì h 15/18**
**tel. 02/781717**

 Direzione, Amministrazione, Abbonamenti, Redazione: Elettronica 2000, C.so Vitt. Emanuele 15, 20122 Milano. Una copia costa Lire 6.000. Arretrati il doppio. Abbonamento per 12 fascicoli L. 60.000, estero L. 70.000. Fotocomposizione e fotolito: Compostudio Est. Stampa: Garzanti Editore S.p.A. Cernusco s/N (MI). Distribuzione: SO.DI.P. Angelo Patuzzi spa, via Bettola 18, Cinisello B. (MI). Elettronica 2000 è un periodico mensile registrato presso il Tribunale di Milano con il n. 677/92 il giorno 12-12-92. Pubblicità inferiore al 70%.

# un mondo di... laser

Se ti interessano i dispositivi tecnologicamente all'avanguardia, da noi trovi una vasta gamma di prodotti speciali. Le apparecchiature descritte in queste pagine sono tutte disponibili a magazzino e possono essere viste in funzione presso il nostro punto vendita. A richiesta sono disponibili le documentazioni tecniche di tutti i prodotti commercializzati.

*novita!*

**PUNTATORE LASER INTEGRATO 635 nm**

Nuovissimo modulo laser allo stato solido comprendente un diodo a semiconduttore con emissione a 635 nanometri, la stessa lunghezza d'onda di un tradizionale tubo laser ad elio-neon. L'emissione risulta molto più visibile (da 5 a 10 volte) rispetto ai diodi laser a 670 nm. Il puntatore comprende un diodo laser a 635 nm, un collimatore con lenti in vetro e un alimentatore a corrente costante realizzato in SMD. Il diametro del modulo è di appena 14 millimetri con una lunghezza di 52 mm. Il circuito necessita di una tensione di alimentazione continua di 3 volt, l'assorbimento complessivo è di 70 mA. La divergenza del fascio emesso è compresa tra 0,4 e 0,6 milliradianti. Il fascio è ben visibile nella semioscurità o in ambienti fumosi mentre la proiezione è visibile anche ad alcuni chilometri di distanza.

**Cod. FR53** **Lire 360.000**

l'alimentatore in SMD

**PUNTATORE LASER INTEGRATO 670 nm**

Identico al modello precedente sia dal punto di vista elettrico che da quello meccanico ma con un diodo laser da 670 nanometri. In questo caso il fascio è visibile esclusivamente al buio mentre il puntino rosso è visibile ad alcune centinaia di metri.

**Cod. FR30** **Lire 145.000**

## PENNA LASER

Ideale per conferenze e convegni, questo piccolissimo puntatore allo stato solido a forma di penna consente di proiettare un puntino luminoso a decine di metri di distanza. Il dispositivo utilizza un diodo laser da 5 mW, un collimatore con lenti in plastica ed uno stadio di alimentazione a corrente costante. Il tutto viene alimentato con due pile mini-stilo che garantiscono 2-3 ore di funzionamento continuo. L'elegante contenitore in alluminio plastificato conferisce alla penna una notevole resistenza agli urti.

**Cod. FR15** **Lire 180.000**

## PUNTATORE PER PISTOLA (BERETTA 92)

Sistema di puntamento con laser a semiconduttore adatto per il modello 92 della Beretta cal. 9, la pistola semiautomatica più diffusa in Italia. Il kit di montaggio comprende un puntatore laser a 670 nm con alimentazione incorporata e con possibilità di spostamento sugli assi X e Y dell'emissione laser, le staffe di fissaggio con tutti i particolari meccanici necessari nonchè l'interruttore di accensione fissato all'impugnatura mediante una fascia di velcro. Il montaggio del puntatore non necessita alcuna particolare esperienza e può essere ultimato in poche decine di minuti. L'operazione non richiede alcun intervento sulla meccanica della pistola: il sistema di puntamento potrà perciò essere rimosso in qualsiasi momento. Per l'allineamento è invece necessario recarsi al poligono: con una chiavetta a brugola andranno effettuate le opportune regolazioni sui due assi sino ad ottenere la perfetta coincidenza tra la proiezione del laser e il punto d'impatto del proiettile. La portata del laser è più che sufficiente per questo tipo di applicazione.

**Cod. FR54** **Lire 320.000**

**Vendita al dettaglio e per corrispondenza** di componenti elettronici attivi e passivi, scatole di montaggio, strumenti di misura, apparecchiature elettroniche in genere (orario negozio: martedì-sabato 8.30-12.30 / 14.30-18.30 • lunedì 14.30-18.30). **Forniture all'ingrosso** per industrie, scuole, laboratori. **Progettazione e consulenza** hardware/software, programmi per sistemi a microprocessore e microcontrollore, sistemi di sviluppo. Venite a trovarci nella nuova sede di Rescaldina (autostrada MI-VA, uscita Castellanza).

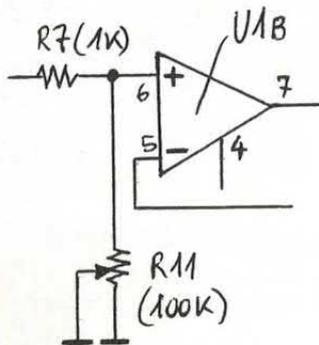
**Spedizioni contrassegno in tutta Italia con spese a carico del destinatario. Per ricevere ciò che ti interessa scrivi o telefona a:**

**FUTURA ELETTRONICA**

**V.le Kennedy, 96 - 20027 RESCALDINA (MI) - Tel. (0331) 576139 r.a. - Fax (0331) 578200**

## COME CARICARE LE STILO NI-CD

Diversi lettori ci hanno chiesto se il caricabatteria con autostop pubblicato nel fascicolo di maggio può essere usato per ricaricare pacchi di batterie al Nichel-Cadmio o Idrato di Nichel da 600 o 1100 mA/h.

Perciò riteniamo utile a tutti coloro che volessero realizzarlo, comunicare che così com'è il circuito va bene per caricare batterie (non importa di che tipo sono) con capacità di almeno 10 ampère/ora, poiché la soglia di corrente al disotto della quale il rilevatore riconosce la fine della carica corrisponde ad un valore che per le batterie stilo da 1,2 volt (o per i pacchi composti con esse) spesso è quello di carica normale.

Per utilizzare il caricabatteria con accumulatori Ni-Cd e NI-MH quindi occorre (oltre a dimensionare R15 per un assorbimento adeguato: 150 mA per batterie da 500÷600 mA/h e 400 per le 1,1 A/h) poter abbassare la soglia di sensibilità del rilevatore di fine carica. Allo scopo consigliamo di sostituire R11 con un trimmer da 100 Kohm montato come reostato semifisso, ed R7 con una resistenza fissa da 1 Kohm (invece dei 330 ohm attuali).

In tal modo si può regolare a piacimento il valore di corrente a cui il caricabatteria deve disinserirsi automaticamente.

Naturalmente il trimmer va regolato collegando una batteria scarica con in serie un tester (disposto a misurare correnti continue) all'uscita del circuito, ed agendo sulla regolazione della tensione di uscita R9 al fine di leggere il valore di corrente voluto; fatto ciò si agisce su R11 fino a far spegnere il caricabatteria.

**Tutti possono corrispondere con la redazione scrivendo a Elettronica 2000, Vitt. Emanuele 15, Milano 20122. Saranno pubblicate le lettere di interesse generale. Nei limiti del possibile si risponderà privatamente a quei lettori che accluderanno un francobollo da lire 750.**

## LA PATENTE DI RADIOAMATORE

Vi scrivo perché desidero ricevere informazioni necessarie al conseguimento della patente di radioamatore, cioè quanti tipi di patente esistono, se bisogna fare degli esami per averla e presso quale ente, ecc. Inoltre vorrei informazioni circa i costi aggiuntivi (tasse ed altro) relativi all'acquisto di ricetrasmettitori CB, VHF, ecc.

Mario Bolognesi - Ravenna

*Le informazioni circa la patente di radioamatore le può chiedere al ministero Poste e Telecomunicazioni (cerchi sulle guide del telefono della sua città alla voce P.T. – Ufficio Costruzioni Telegrafiche e Telefoniche) o all'Associazione Radioamatori Italiani (A.R.I.) il cui numero di telefono lo può trovare sulle guide della sua città; se non lo trova chiami l'A.R.I. di Milano, ai numeri 02/6692192 o 02/6692894.*

*Quanto ai costi da sostenere, anche relativamente alle spese connesse all'acquisto di apparati radio (tasse, ecc.) può chiedere sempre all'A.R.I. e lo stesso vale per i testi da utilizzare per la preparazione degli esami.*

**CHIAMA 02-78.17.17**

**il tecnico risponde il giovedì pomeriggio dalle 15 alle 18**

## MEDICAL ANTICELLULITE

Sto pensando di realizzare un vostro progetto di qualche anno fa: il «medical-anticellulite» cioè l'elettromassaggio che avete pubblicato in febbraio 1987. Il mio problema è...

Andrea Reggiani - Verona

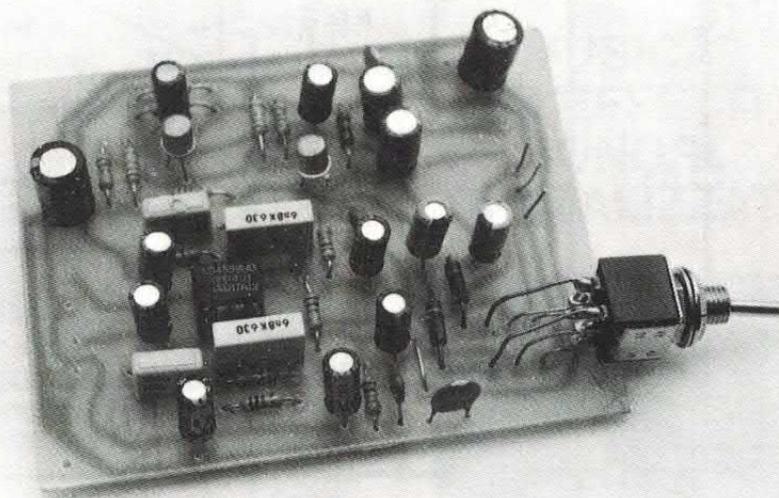
*Il trasformatore non lo vendiamo più ma possiamo dirle come farlo: deve innanzitutto procurarsi un nucleo di ferrite o lamellare a doppia E, delle dimensioni di 40x50x8 mm o 50x60x10 mm. In alternativa può realizzare gli avvolgimenti su una barretta di ferrite del diametro di un centimetro.*

*Il primario del trasformatore va realizzato avvolgendo una trentina di spire di filo di rame smaltato del diametro di 0,5 mm; ognuno dei quattro secondari va realizzato avvolgendo circa 350 spire di filo di rame smaltato del diametro di 0,15÷0,2 mm. Naturalmente tra un avvolgimento ed il successivo (sovrastante) conviene interporre uno strato di nastro isolante o scotch di carta, in modo da isolare tra loro i distinti avvolgimenti e fissare i rispettivi fili.*

*Quanto alle regolazioni di cui ci chiede, non è che esistano delle regole fisse; nel circuito si trovano due trimmer: R5 permette di regolare la frequenza degli impulsi, mentre R9 permette di variare la velocità di passaggio da un elettrodo al seguente, quindi la velocità del massaggio. Le regolazioni sono state fatte per permettere a chi usa l'apparato di trovare le condizioni più adatte al corpo da sottoporre al trattamento; rispettando le regole di sicurezza specificate nell'articolo, il resto si trova sperimentalmente.*

# PREAMPLI R.I.A.A. MM/MC

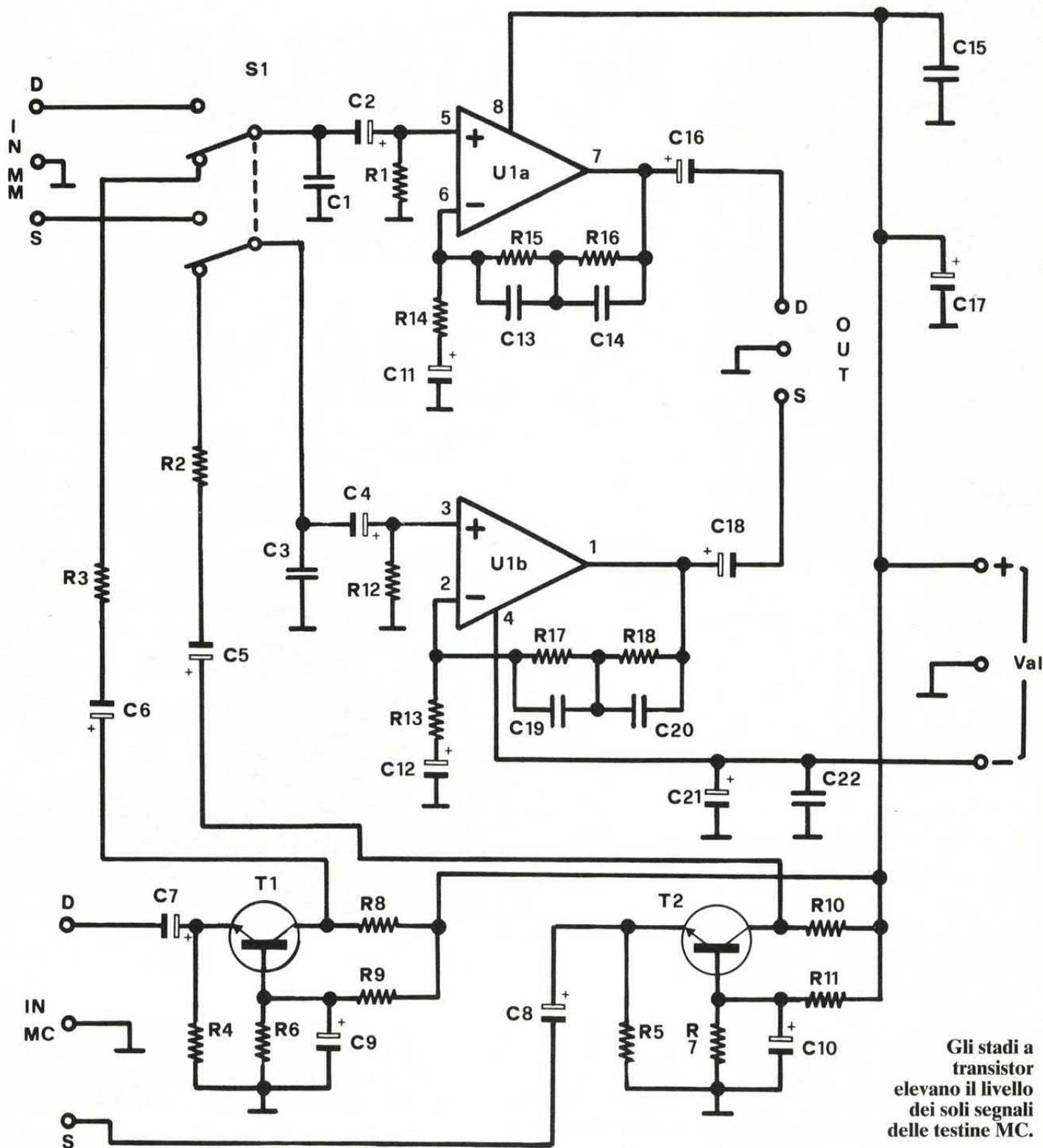
UN NUOVO PREAMPLIFICATORE EQUALIZZATO A NORME R.I.A.A. PER AMPLIFICARE IL SEGNALE DELLE TESTINE MAGNETICHE DEI GIRADISCHI HI-FI. ADATTO SIA A TESTINE A MAGNETE MOBILE, CHE ALLE PRESTIGIOSE A BOBINA MOBILE.

di DAVIDE SCULLINO

**Finalmente un nuovo preamplificatore per giradischi! Sicuramente questa è la prima cosa che state pensando dopo aver visto il titolo di questo articolo. Eh sì, in effetti sono passati diversi anni da quando abbiamo pubblicato l'ultimo preamplificatore equalizzato R.I.A.A. per testine magnetiche.**

**L'ultimo è stato quello valvolare di giugno 1992, mentre l'ultimo preamplificatore «normale», cioè a semiconduttori, risale al 1990. Perciò abbiamo pensato di tornare sull'argomento con un nuovo R.I.A.A., questa volta più completo di quelli che abbiamo proposto negli ultimi anni.**

**Si tratta di un preamplificatore stereofonico per testine magnetiche per giradischi, adatto ad amplificare il segnale sia delle testine a magnete mobile, che quello delle più «pregiate» a bobina mobile. Oltre ad amplificare il segnale, il nostro circuito ne compensa la risposta in frequenza secondo quanto prescritto dalle norme R.I.A.A. (Record Indu-**

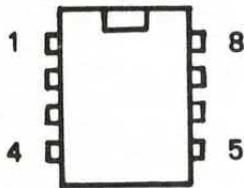
# schema elettrico

**Gli stadi a transistor elevano il livello dei soli segnali delle testine MC.**

stry Association of America) che sono quelle rispettate attualmente in sede internazionale.

Insomma, il nostro preamplificatore si presta benissimo a fare da equalizzatore per giradischi in qualunque amplificatore hi-fi integrato o preamplificatore hi-fi. Soprattutto in considerazione delle buone prestazioni sonore di cui è capace, grazie all'impiego di operazionali e transistor a basso rumore.

La possibilità di trattare sia i segnali delle testine a magnete mobile che quelli delle testine a bobina mobile, è un grande pregio, perché permette di collegare qualunque moderno giradischi al vostro preamplificatore, senza dover verificare il tipo di testina magnetica.

Certo, se il giradischi ha una testina piezoelettrica è un po' un problema, ma di solito si nota, soprattutto ascoltando un qualunque disco: infatti amplificando una piezoelettrica con un preamplificatore per testine magnetiche viene riprodotto un suono molto distorto, inascoltabile.

In tal caso occorre un apposito adattatore d'impedenza ed equalizzatore, come ad esempio quello

**Piedinatura di TL072 e LS4558.**

che abbiamo sviluppato e pubblicheremo in uno dei prossimi fascicoli della rivista.

Dunque, lasciamo un attimo da parte i tipi di testina e pensiamo al preamplificatore vero e proprio; poiché pensiamo che a qualcuno interessi capire come funziona, cercheremo, aiutandoci con lo schema elettrico, di spiegare tutto ciò che riguarda il circuito.

## L'EQUALIZZAZIONE R.I.A.A.

**I dischi a microsolco, cioè quelli analogici in vinile, vengono registrati attenuando l'ampiezza del segnale via-via che diminuisce la sua frequenza; perciò in riproduzione, per ottenere il suono così come deve essere in realtà, bisogna provvedere ad amplificare il segnale più alle basse frequenze che alle alte.**
**La curva di registrazione dei dischi secondo le norme R.I.A.A. prescrive un'attenuazione del segnale dal limite superiore della gamma audio fino a circa 2200 Hz, di 20 dB. Da 2200 Hz fino a 500 Hz il segnale deve restare ad ampiezza costante, 20 dB al disotto dell'ampiezza a 22 KHz. Da 500 a 48÷50 Hz è prescritta una successiva attenuazione di 20 dB/decade.**
**Per ottenere una riproduzione lineare, il preamplificatore che amplifica il segnale della testina del giradischi, deve fare il contrario: cioé amplificare il segnale diminuendo di 20 dB da 50 a 500 Hz, quindi amplificare in maniera costante da 500 a 2200 Hz circa; oltre tale frequenza, il circuito deve diminuire l'amplificazione di 20 dB/decade, ovvero di 20 dB al limite teorico di 22 KHz, cioè fuori dall'udibile.**
**Dovendo avere un'amplificazione (in tensione ovviamente) che a 50 Hz è 40 dB maggiore che a 22 KHz, il preamplificatore deve avere un guadagno massimo di almeno 40 dB. Cioè a 2200 Hz deve amplificare di 20 dB in più rispetto a 22.000 Hz, e a 50 Hz l'amplificazione deve essere ulteriormente maggiore di 20 dB.**
**Ciò significa che il preamplificatore per la riproduzione deve garantire, ad 1 KHz, un'amplificazione di 10; a 50 Hz l'amplificazione deve essere 100, mentre al limite superiore della banda audio, cioè a 20.000 Hz, l'amplificazione deve quasi annullarsi, ovvero essere di poco uguale ad 1.**

## IL NOSTRO CIRCUITO

Lo schema elettrico, illustrato in queste pagine, è in versione stereofonica; per comodità ne studiamo una sezione, tanto, essendo composto da due amplificatori uguali, quanto detto per uno vale anche per l'altro.

Prima di passare all'esame del circuito, è bene fermarsi un attimo a considerare quello che deve essere il compito di un preamplificatore per giradischi. I dischi in vinile, quelli analogici insomma, sono registrati attenuando l'ampiezza del segnale via-via che diminuisce la sua frequenza; perciò in riproduzione, per ottenere il suono così come deve essere in realtà, bisogna provvedere ad amplificare il segnale più alle basse frequenze che alle alte.

**Il 2N2484 visto da sotto.**

La curva di registrazione dei dischi secondo le norme R.I.A.A. prescrive un'attenuazione del segnale fino a circa 2200 Hz, di 20 dB, dopodiché non c'è attenuazione fino a circa 500 Hz. Da tale frequenza fino a 48÷50 Hz è prescritta una successiva attenuazione di 20 dB.

Il preamplificatore che amplifica il segnale della testina del giradischi, per ottenere una riproduzione lineare, deve fare il contrario: cioè amplificare il segnale diminuendo di 20 dB da 50 a 500 Hz, quindi amplificare in maniera costante da 500 a 2200 Hz circa;

**Il preamplificatore è adatto a tutti i tipi di testina magnetica, cioè a quelle a magnete mobile, e alle prestigiose «moving-coil», che richiedono maggiore amplificazione.**

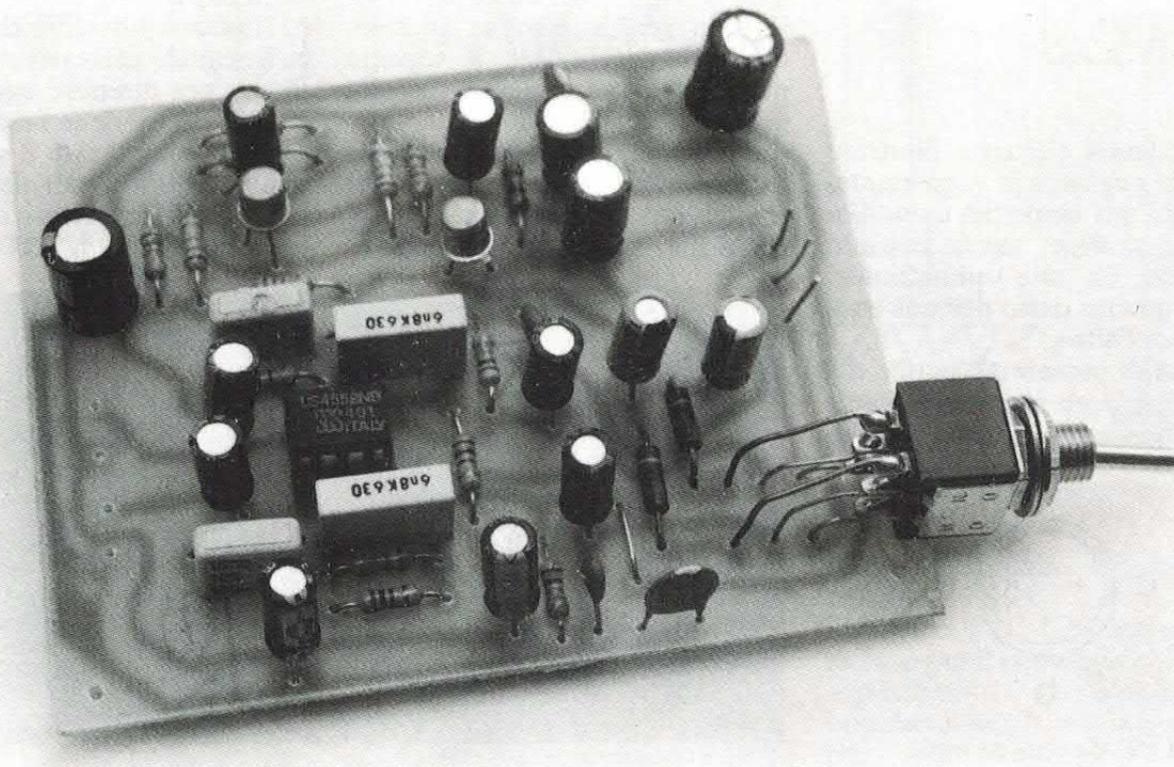
## MAGNETE E BOBINA MOBILE

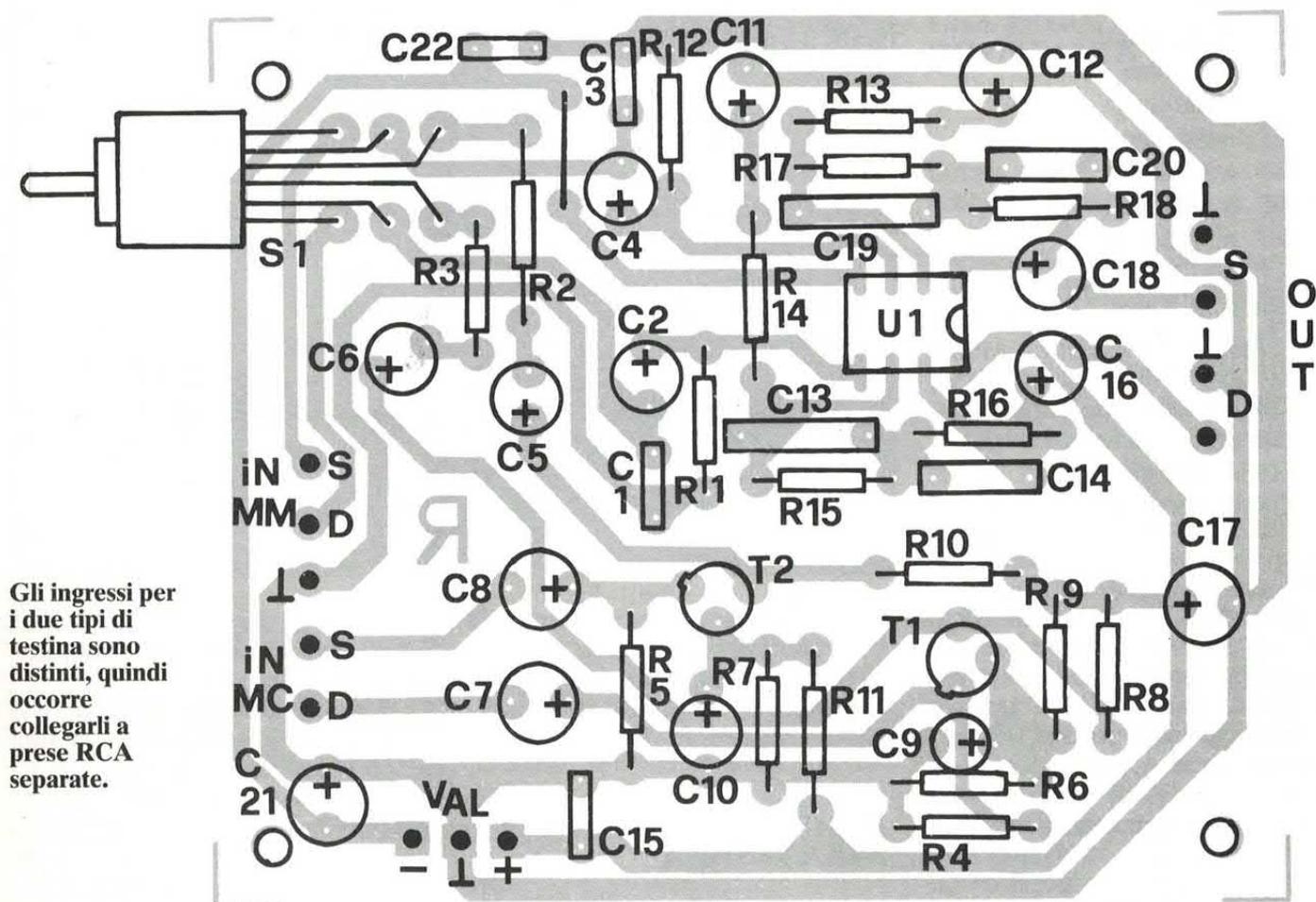
**Le testine magnetiche sono attualmente le più usate nei giradischi, soprattutto in quelli per hi-fi; in commercio esistono due categorie di testine magnetiche: quelle a magnete mobile (Moving-Magnet) e quelle a bobina mobile (Moving-Coil).**
**Cos'hanno di diverso? Beh, a parte la struttura meccanica del trasduttore vero e proprio, hanno caratteristiche acustiche ed elettriche diverse. La testina a magnete mobile è la più diffusa perché più semplice e meno costosa; inoltre produce un segnale di uscita relativamente alto, che permette di utilizzare stadi di amplificazione ed equalizzazione non molto critici.**
**Ha un'impedenza interna che a 1000 Hz è tipicamente di qualche chiloohm, e di solito offre una tensione di uscita, sempre a 1000 Hz, dell'ordine dei 3÷4 millivolt. È costituita da un magnetino (o due, nel caso di testina stereofonica) che, mosso dalle vibrazioni della puntina (durante la lettura del solco del disco) si muove all'interno di un piccolo solenoide fissato al guscio che contiene l'intera testina.**
**Il movimento del magnetino determina una variazione di flusso magnetico nel solenoide, quindi induce una tensione ai capi dello stesso; tale tensione è il segnale di uscita della testina.**
**Per la testina a bobina mobile il concetto è analogo, solo che la puntina, vibrando, muove una bobinetta (o due, se la testina è stereo) che scorre su un magnete fisso; anche in questo caso si produce una tensione elettrica variabile, il cui valore però è molto più basso di quello tipico delle testine a magnete mobile.**
**Tipicamente una «Moving-Coil» produce un segnale di 0,3 millivolt ad 1 KHz, ed alla stessa frequenza la sua impedenza interna è molto più bassa di quella tipica di una «Moving-Magnet»: 200÷300 ohm.**
**I due tipi di testina offrono suoni differenti: si dice che quella a bobina mobile «suoni meglio»; probabilmente perché la bobina, essendo più leggera del magnete, ha meno inerzia, quindi la testina Moving-Coil è più precisa. Cioè offre un suono più fedele, soprattutto nei transienti: passaggi piano-forte di un'orchestra, batteria, ecc.**

oltre tale frequenza, il circuito deve diminuire l'amplificazione di 20 dB/decade, ovvero di 20 dB al limite teorico di 22 KHz, cioè fuori dall'udibile.

Dovendo avere un'amplificazione (in tensione ovviamente) che a 50 Hz è 40 dB maggiore che a 22 KHz, il preamplificatore deve avere un guadagno massimo di almeno 40 dB. Cioè a 2200 Hz deve amplificare di 20 dB in più rispetto a 22.000 Hz, e a 50 Hz l'amplificazione deve essere ulteriormente maggiore di 20 dB.

## il prototipo

Se ora guardiamo lo schema elettrico del nostro circuito, notiamo che è composto da più stadi amplificatori; ciascun canale dispone di due stadi e due ingressi, mentre ha una sola uscita. Ci sono due ingressi perché, per non complicare il deviatore di ingresso (così ne abbiamo usato uno a due vie, che si può comperare in qual-

**Il deviatore (selezione ingressi) va montato sullo stampato; se i suoi terminali non entrano nei fori previsti sulla basetta conviene collegarlo con pezzetti di filo elettrico rigido, che lo sosterranno.**

## disposizione componenti

**Gli ingressi per i due tipi di testina sono distinti, quindi occorre collegarli a prese RCA separate.**

siasi negozio di componenti) abbiamo distinto gli ingressi per testina a magnete mobile (sono marcati MM, cioè Moving Magnet) da quelli per testina a bobina mobile (marcati MC, ovvero Moving Coil).

Il deviatore permette di collegare all'ingresso del preamplificatore equalizzato R.I.A.A. vero e proprio, la testina a magnete mobile, o l'uscita dell'ulteriore preamplificatore per quella a bobina mobile.

A questo punto è bene chiarire le principali differenze (a parte quelle sonore) tra testina MM e MC: quelle a magnete mobile danno un segnale di uscita che, a seconda del tipo, varia tra 2 e 4 millivolt R.M.S. a 1000 Hz; inoltre hanno un'impedenza di uscita relativamente alta: tipicamente di diversi chiloohm. Le testine a bobina mobile invece danno un segnale di uscita tipicamente di 300 microvolt, cioè 0,3 volt: dieci volte meno di una a magnete mobile. E poi la loro impedenza di uscita, e quindi quella che richiedono come carico, è molto bassa: qualche centinaio di ohm.

### L'AMPLIFICAZIONE «SU MISURA»

Pertanto un preamplificatore per testine MM ed MC deve poter variare il proprio guadagno in tensione, oppure deve essere composto da più amplificatori inseribili o disinseribili. Noi abbiamo scelto la seconda soluzione.

Se esaminiamo la sezione dello schema elettrico che fa capo all'operazionale U1a, vediamo che è composta da due amplificatori. Per comodità abbiamo deciso di usarne uno equalizzato a norme R.I.A.A. con guadagno massimo di 600, e di 60 ad 1 KHz; la testina a magnete mobile si collega all'ingresso di questo preamplificatore, poiché è quella che offre il segnale di uscita più ampio.

Ad 1 KHz, lo stadio equalizzato può amplificare di 60 volte in tensione, quindi con un segnale di ingresso, ad esempio, di 3 millivolt, offre in uscita ben 180 millivolt; una tensione che sufficiente a pilotare l'ingresso di qualsiasi preamplificatore hi-fi.

Volendo amplificare il segnale di una testina a bobina mobile si impiegano due stadi: il primo, quello che fa capo al transistor T1, amplifica il segnale di circa 9 volte in tensione; tenendo il cursore dell'S1 verso l'uscita dello stadio che fa capo a T1, il segnale uscente da quest'ultimo raggiunge l'ingresso del preamplificatore equalizzato, che provvede ad amplificare ulteriormente ed equalizzare il segnale.

| COMPONENTI | R17 = 576 Kohm 1 % | C17 = 220 μF 25Vl |
|---|---|---|
| | R18 = 47,5 Kohm 1 % | C18 = 47 μF 25Vl |
| R 1 = 100 Kohm | C 1 = 150 pF | C19 = 6,8 nF poliestere |
| R 2 = 220 ohm | C 2 = 3,3 μF 25Vl | C20 = 1,5 nF poliestere |
| R 3 = 220 ohm | C 3 = 150 pF | C21 = 220 μF 25Vl |
| R 4 = 680 ohm | C 4 = 3,3 μF 25Vl | C22 = 100 nF |
| R 5 = 680 ohm | C 5 = 10 μF 25Vl | T 1 = 2N2484 |
| R 6 = 33 Kohm | C 6 = 10 μF 25Vl | T 2 = 2N2484 |
| R 7 = 33 Kohm | C 7 = 47 μF 25Vl | U 1 = TL072 |
| R 8 = 5,6 Kohm | C 8 = 47 μF 25Vl | S 1 = Deviatore bipolare |
| R 9 = 27 Kohm | C 9 = 47 μF 25Vl | Val = ±15 volt c.c. |
| R10 = 5,6 Kohm | C10 = 47 μF 25Vl | |
| R11 = 27 Kohm | C11 = 22 μF 25Vl | Le resistenze sono |
| R12 = 100 Kohm | C12 = 22 μF 25Vl | tutte da 1/4 di watt; |
| R13 = 1 Kohm | C13 = 6,8 nF poliestere | salvo quelle per cui |
| R14 = 1 Kohm | C14 = 1,5 nF poliestere | è specificato diversamente, |
| R15 = 576 Kohm 1 % | C15 = 100 nF | sono con tolleranza |
| R16 = 47,5 Kohm 1 % | C16 = 47 μF 25Vl | al 5 %. |

In pratica lo stadio a transistor permette di far vedere all'ingresso dell'U1a un segnale simile a quello di una testina a magnete mobile, pur usando una testina a bobina mobile. L'amplificatore che fa capo a T1 svolge inoltre l'importante funzione di adattatore di impedenza: l'U1a è stato configurato per presentare un'impedenza adeguata ad una testina a magnete mobile, perciò T1 deve adattare la testina a bobina mobile ad esso.

T1 funziona a base comune, configurazione che offre una bassa impedenza di ingresso (poche centinaia di ohm) ed un'impedenza di uscita relativamente alta; garantisce inoltre buona stabilità e ampia banda passante, cose che non dispiaciono ai progettisti di hi-fi. Dovendo amplificare segnali debolissimi abbiamo usato per T1 un componente a basso rumore: l'NPN 2N2484, uno dei migliori transistor per piccoli segnali, usato in realizzazioni di prestigio.

## COME SI ADATTA ALLA TESTINA

Insomma, se il vostro giradischi ha una testina a bobina mobile dovete collegarne i connettori agli ingressi marcati con MC e spostare il deviatore S1 verso l'uscita degli stadi a transistor; viceversa, se collegate un giradischi con testina a magnete mobile dovete attestare i relativi connettori agli ingressi marcati MM del notro circuito. Quindi dovete disporre S1 in modo che i contatti centrali siano posti verso gli ingressi MM. In tal modo viene usato il solo amplificatore equalizzato.

Bene, giunti a questo punto è il caso di vedere come il preamplificatore equalizzato rispetta le norme R.I.A.A.: innanzitutto, il suo massimo guadagno in tensione è pari a 600. Ciò equivale a circa 55 dB, ben oltre i 40 dB minimi occorrenti per garantire l'attenuazione oltre 2200 Hz e l'amplificazione da 500 a 50 Hz.

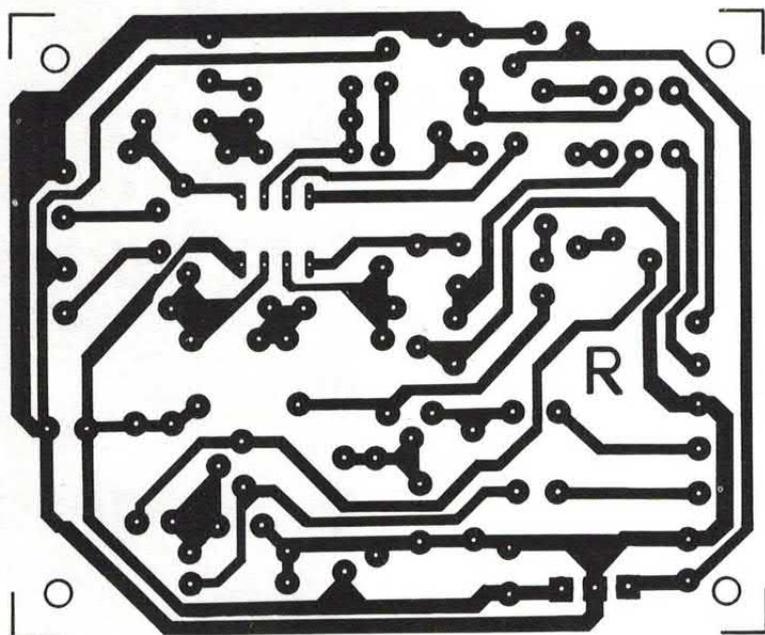
L'amplificatore impiega l'operazionale U1a in modo non-invertente, perciò a basse frequenze, al disotto dei 50 Hz (quando si può ritenere che le reattanze di C13 e C14 siano molto maggiori delle rispettive resistenze, ovvero R15 ed R16) il guadagno in tensione dello stadio è circa uguale al rapporto tra la somma di R14, R15 ed R16, e la sola R14: cioè 624,5, che possiamo approssimare a 600.

Al crescere della frequenza la capacità C13 assume una reattanza via-via decrescente, fino a bypassare R15; perciò il guadagno in tensione dell'amplificatore inizia a diminuire. Anche la reattanza del C14 diminuisce, ma resta abbastanza maggiore della resistenza della R16, almeno fino a circa 2000 Hz.

Al di sopra di tale frequenza la reattanza del C14 si riduce abbastanza da bypassare progressivamente R16, perciò il guadagno

## QUALCHE MODIFICA...

*Se la vostra testina avesse un segnale di uscita abbastanza basso (2,5 millivolt o meno se è a magnete mobile, e meno di 0,25 millivolt se è a bobina mobile) potete aumentare lievemente il guadagno del preamplificatore R.I.A.A. riducendo il valore delle resistenze R13 ed R14 ad 820 ohm.*
*In questo modo a 1000 Hz il preamplificatore guadagna circa 750 volte in tensione; perciò, con 2 millivolt R.M.S. all'ingresso MM, si ottengono 150 millivolt R.M.S. in uscita; un valore soddisfacente.*
*Consigliamo di non scendere sotto gli 820 ohm, poiché per valori minori di R13 ed R14 il preamplificatore potrebbe oscillare; e poi occorrerebbe aumentare il valore di C11 e C12, portandoli ad esempio a 33 μF. Altrimenti verrebbe ridotta l'amplificazione alle basse frequenze.*

## traccia rame

dell'operazionale diminuisce ulteriormente. Chiaramente, poiché la reattanza dei condensatori decresce linearmente con l'aumentare della frequenza, l'amplificazione dell'U1a diminuisce progressivamente, non seccamente come previsto dalla curva di equalizzazione R.I.A.A., che è però solo teorica.

Il risultato è comunque buono, e il preamplificatore riesce ad elevare il livello del segnale della testina equalizzandolo correttamente.

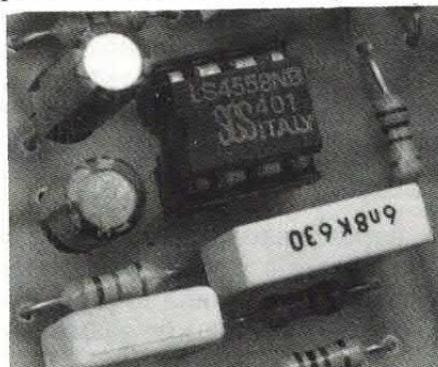
Bene, giunti a questo punto speriamo che abbiate almeno capito qualcosa circa il nostro preamplificatore equalizzato; chiudiamo la parte teorica con i condensatori di disaccoppiamento del circuito, che in ogni caso servono a disaccoppiare in continua uno stadio dal successivo e/o dal precedente, lasciando transitare il solo segnale entro la banda passante.

C2 e C4 servono ad isolare i circuiti di polarizzazione degli ingressi non-invertente dell'operazionale dalla testina, qualora si usi la magnete mobile. C7 e C8 servono invece al disaccoppiamento dei transistor dagli ingressi MC, ovvero dalla testina a bobina mobile.

C5 e C6 effettuano il disaccoppiamento tra i circuiti di collettore di T1 e T2 e gli ingressi dei rispettivi amplificatori operazionali. C9 e C10 assicurano il funzionamento a base comune di T1 e T2 in presenza di segnale, poiché alle frequenze entro la banda passante assumono reattanza trascurabile, ponendo a massa le basi dei transistor stessi.

Il compito di C11 e C12 possiamo considerarlo analogo: infatti in presenza di segnale entro la banda passante hanno reattanza trascurabile, cosicché gli operazionali possono avere un guadagno determinato praticamente solo dalle reti equalizzatrici e da R13 ed R14. Per effetto di C11 e C12 gli operazionali, in continua, hanno guadagno in tensione unitario.

### REALIZZAZIONE PRATICA

Inciso e forato lo stampato si possono montare i componenti,

**Il doppio operazionale può essere un LS4558 (invece del TL072).**

partendo dalle resistenze, che sono i componenti a più basso profilo; insieme alle resistenze è bene saldare il ponticello necessario a completare la pista di alimentazione negativa dell'operazionale.

Si monta poi lo zoccolo per l'integrato (4+4 piedini) quindi è la volta dei condensatori non polarizzati, dei transistor, e dei condensatori elettrolitici. Non va dimenticato il doppio deviatore S1, che può essere del tipo che preferite; nel disegnare lo stampato abbiamo previsto un deviatore a slitta, ma non ci sono problemi a montarne uno a levetta: basta collegarlo con pezzetti di filo di rame rigido.

Finite le saldature consigliamo di montare l'integrato TL072 nel rispettivo zoccolo, quindi di dare una controllata generale per accertarsi che tutto sia a posto. Allora il circuito è pronto per l'impiego.

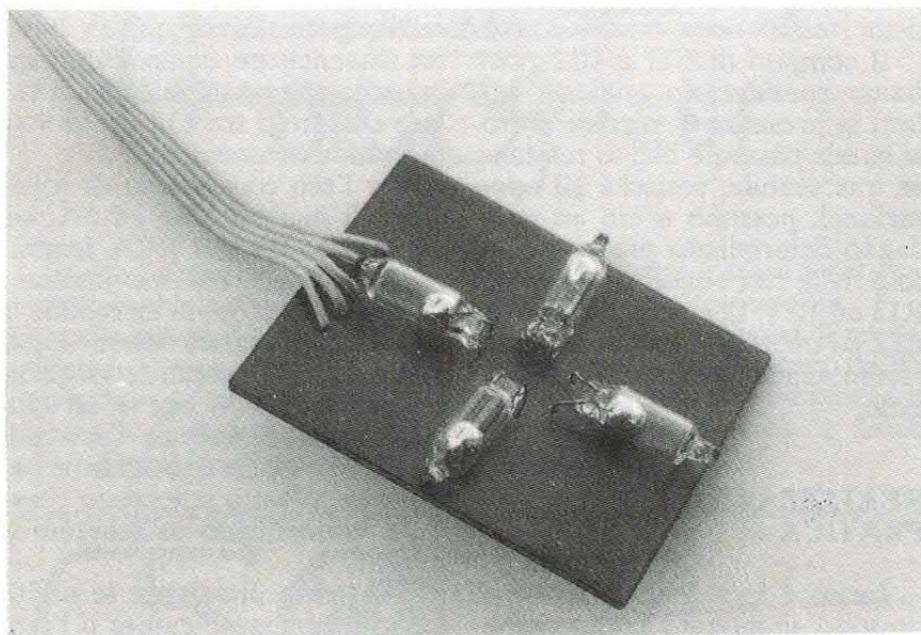
Per l'alimentazione occorrono ±15 volt ed una corrente di 30 milliampére. Comunque va bene un alimentatore capace di offrire in uscita una tensione duale di valore compreso tra ±12 e ±18 volt in continua.

Per l'uso consigliamo di collegare gli ingressi MM ed MC ad appositi connettori RCA femmina, da pannello nel caso inseriate il preamplificatore in un mobile. I collegamenti vanno tenuti il più corto possibile, soprattutto quelli dell'ingresso MM che è ad alta impedenza; inoltre se sono più lunghi di qualche centimetro è bene usare cavetto schermato coassiale, connettendo lo schermo a massa.

Lo stesso dicasi per le uscite verso il preamplificatore o l'amplificatore hi-fi integrato. A proposito: se inserite (come sarebbe giusto) il preamplificatore R.I.A.A. nel mobile dell'amplificatore integrato ( o del preamplificatore) tenetelo il più possibile lontano dal trasformatore di alimentazione, o meglio, schermatelo con una scatoletta metallica (è meglio se è di ferro dolce) collegata al mobile (se metallico) o alla massa dell'alimentatore. □

# ANTIFURTO PER MOTO

CENTRALINA CON SENSORE DI POSIZIONE REALIZZATO MEDIANTE QUATTRO AMPOLLE REED DISPOSTE ORIZZONTALMENTE IN CROCE. APPENA INSERITO MEMORIZZA LA POSIZIONE RILEVANDO LO STATO DEI CONTATTI (APERTO O CHIUSO) ED ENTRA IN ALLARME SE SUCCESSIVAMENTE SI VERIFICA UNA VARIAZIONE

di ROBERTO BENEDUCI

**Ormai si avvicina l'estate e le belle giornate si fanno sentire. Cosa c'è di più bello che spassarsela in una giornata di sole all'aperto, magari in sella a una bella moto o scooter? Sentire l'aria che ci passa attraverso i vestiti e i capelli, dandoci quel senso di freschezza e benessere, è una sensazione troppo bella e più facile da provare che da descrivere.**

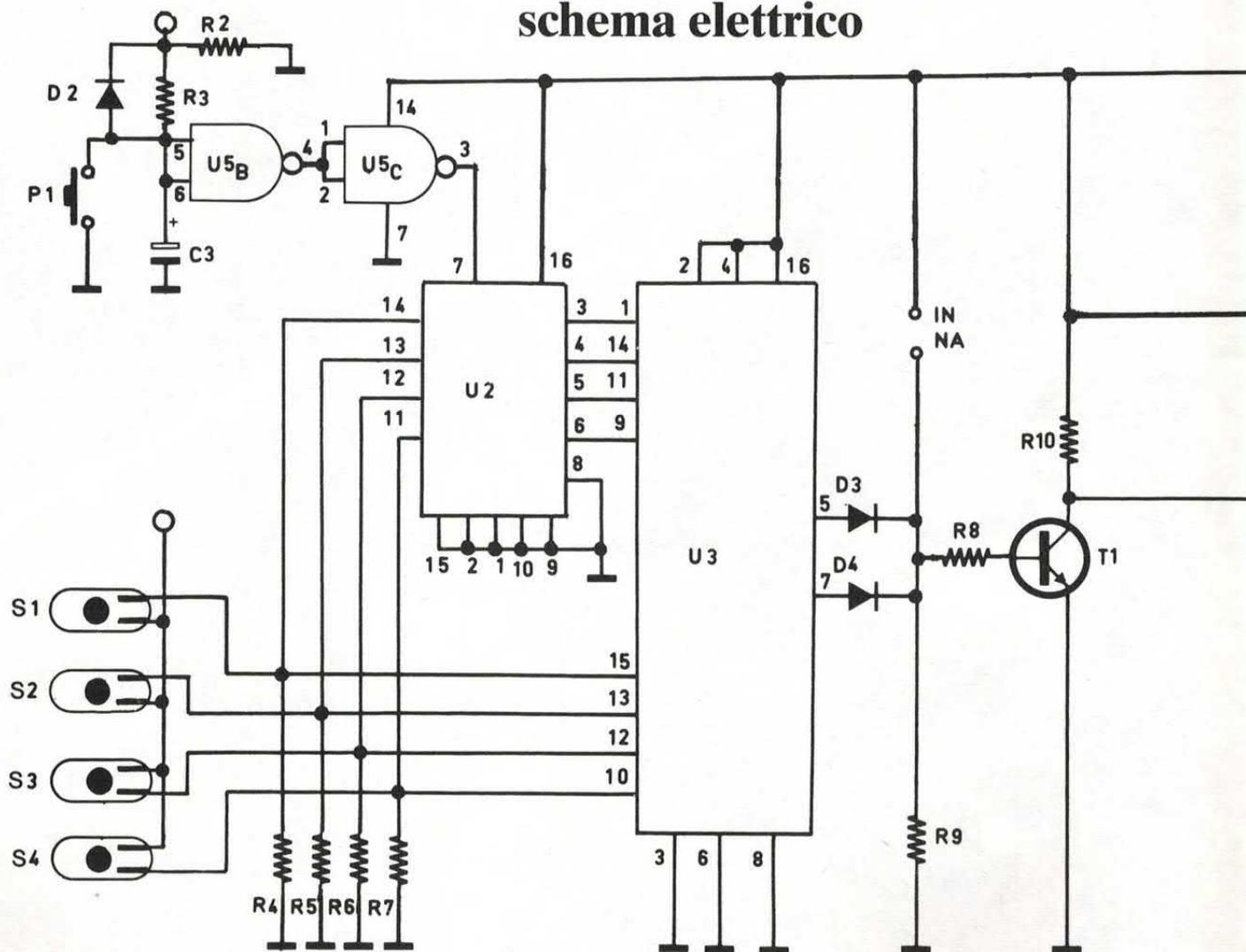
**La stagione calda è quella in cui gli appassionati delle due ruote si mettono all'opera per mettere a puntino il proprio mezzo, per avere le prestazioni migliori e per non trovarsi, magari durante una sospirata gita «fuori porta», appiedati dal proprio «cavallo» per qualche guasto, serio o banale che possa essere.**

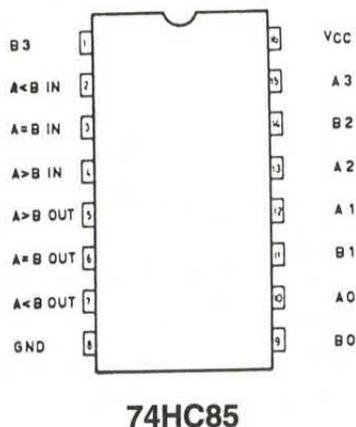
**Per godersi il piacere delle due ruote (a motore) purtroppo però non basta tenere con cura la propria moto: affinché duri a lungo, alme-**

| COMPARING INPUTS | | | | CASCADING INPUTS | | | OUTPUTS | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | A>B | A<B | A=B | A>B | A<B | A=B |
| A3>B3 | X | X | X | X | X | X | H | L | L |
| A3=B3 | A2>B2 | X | X | X | X | X | H | L | L |
| A3=B3 | A2=B2 | A1>B1 | X | X | X | X | H | L | L |
| A3=B3 | A2=B2 | A1=B1 | A0>B0 | X | X | X | H | L | L |
| | | | | L | L | L | H | H | L |
| | | | | X | X | H | L | L | H |
| A3=B3 | A2=B2 | A1=B1 | A0=B0 | L | H | L | L | H | L |
| | | | | H | L | L | H | L | L |
| | | | | H | H | L | L | L | L |
| A3=B3 | A2=B2 | A1=B1 | A0<B0 | X | X | X | L | H | L |
| A3=B3 | A2=B2 | A1<B1 | X | X | X | X | L | H | L |
| A3=B3 | A2<B2 | X | X | X | X | X | L | H | L |
| A3<B3 | X | X | X | X | X | X | L | H | L |

no nelle proprie mani, bisogna fare in modo di proteggerla dai ladri quando non ci è possibile sorvegliarla. Per tenere «bene» la moto oggi più che mai è importante, oltre alla messa a punto, l'nstallazione di un adeguato antifurto: meccanico o elettrico, l'importante è che blocchi il veicolo quando non dovete usarlo.

Quanto all'antifurto meccanico non abbiamo molto da suggerirvi; anche se poco di moda, una catena messa tra una ruota ed un palo o tra ruota e forcella garantisce un minimo di sicurezza. Sull'antifurto elettrico o elettronico abbiamo invece molto da dire, visto che rientra nel nostro campo di conoscenze.

Esistono molti sistemi ed impianti commerciali, che tuttavia non sono poi molto economici perché al loro costo si somma quello del lavoro compiuto dagli installatori per la messa in opera sul veicolo: tra costo della centra-

## IL CUORE DEL CIRCUITO

*Come vedete dalla tabella di verità illustrata nella pagina accanto, il comparatore 74HC85 esegue il confronto tra due gruppi di quattro bit (che nel nostro caso sono gli stati delle ampolle reed, letti istantaneamente e memorizzati dal 4076) lasciando a livello basso le uscite A>B e A<B solo quando presentano (i bit) gli stessi livelli logici.*

lina e spese di installazione, avere un antifurto sulla propria moto (piccola o grande che sia) può costare in media duecentomilalire.

Perciò, poiché sappiamo che molti possessori di piccole moto questa cifra potrebbero non gradire il tirar fuori questi soldi, abbiamo pensato di progettare qualcosa da proporre come soluzione alternativa; qualcosa che pur costando meno permetta un buon grado di sicurezza.

È nato così l'antifurto che presentiamo in questo articolo, un dispositivo semplice ma nel contempo sicuro e molto efficace. L'antifurto ha un solo sensore, ma non è il solito a vibrazione: è un rilevatore di posizione molto particolare che descriveremo tra un attimo.

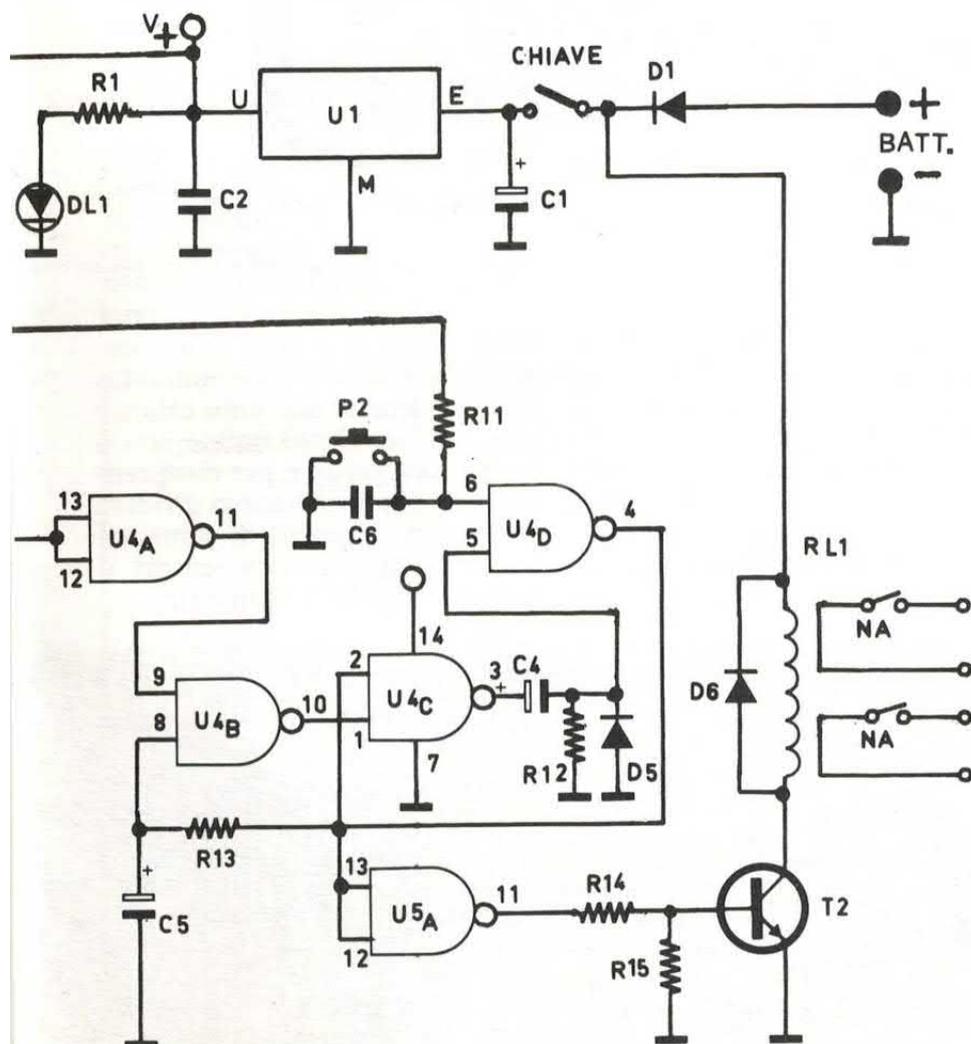
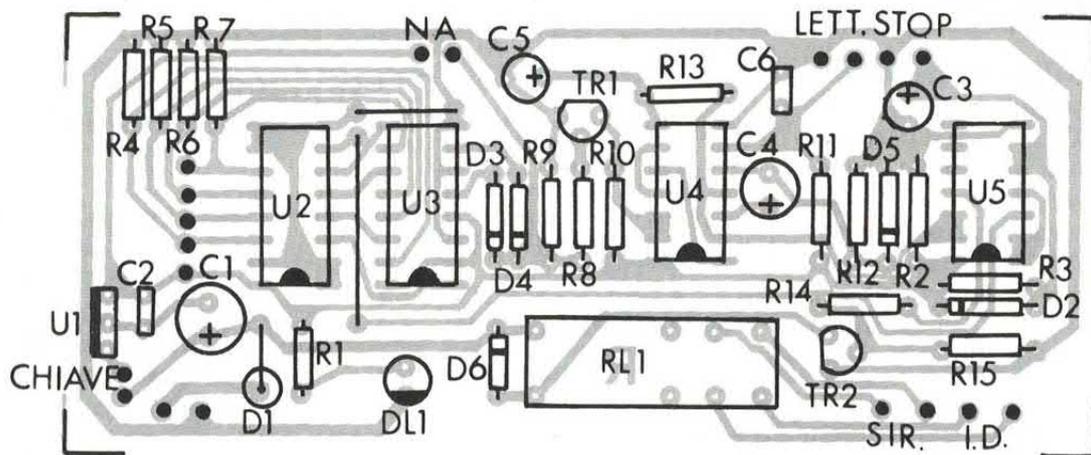
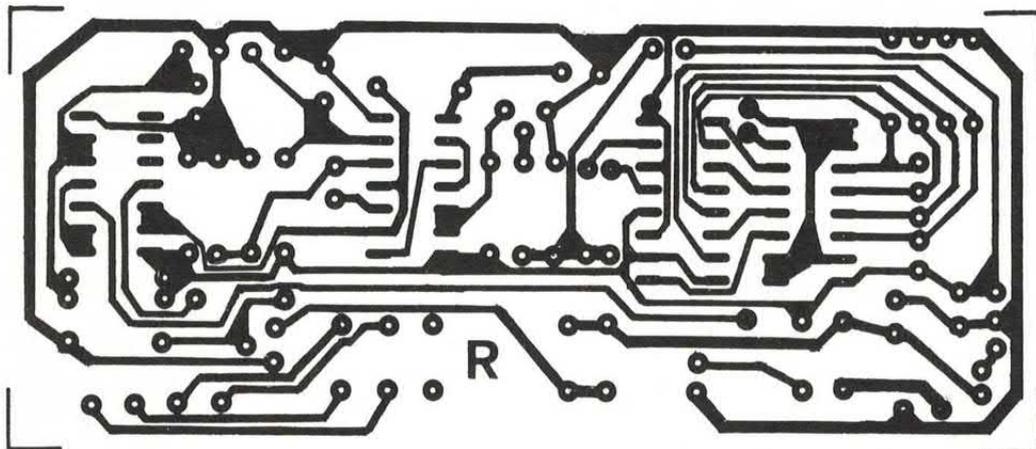
### IL SENSORE IMPECCABILE

Già in passato pubblicammo un antifurto per moto, basato su un sensore piezoelettrico di vibrazioni realizzato con una pastiglia piezo collegata meccanicamente ad un cilindretto (con funzione di leva amplificatrice) e ora torniamo sull'argomento con un prodotto di migliori prestazioni, e con una logica circuitale originale e ben pensata.

Il problema che abbiamo dovuto affrontare al momento della stesura del progetto è stato il tipo di sensore da adottare: il sensore a vibrazione spesso è poco sensibile, e comunque rileva più facilmente le vibrazioni prodotte dal motore; quindi permette di rilevare l'allarme un po' tardi. Perciò abbiamo cercato in altre direzioni, orientandoci verso un sensore a posizione.

Dopo lunghi studi siamo riusciti ad ottenere buoni risultati con un elemento non di tipo meccanico, che attiva il dispositivo quando la moto viene spostata. Non è, appunto, un sensore a vibrazione, ma qualcosa di meglio: il nuovo sensore che abbiamo utilizzato è costituito da quattro ampolle contenenti mercurio, che rilevano sia le vibrazioni di una certa entità che le inclinazioni della superficie sul quale risiedono il sensore.

Con un dispositivo antifurto con sensore a vibrazione un ladro astuto, con l'aiuto di un complice, potrebbe piegare la moto da una parte e cercare di disattivare l'antifurto senza provocare nessuna vibrazione percepibile dal sensore. Così il ladro si sarebbe potuto impossessare facilmente del mezzo.

Con il sensore ad ampolle reed il problema è risolto, perché ogni tentativo di spostare il mezzo per sabotare l'antifurto provoca l'attivazione di una sirena a caduta di positivo e di un secondo dispositi-

## disposizione componenti

**Ai punti «LETT» e «STOP» vanno collegati i rispettivi pulsanti; in alternativa è possibile collegarne uno solo, unendo i piedini 5 e 6 di U5 al 6 di U4 con un pezzo di filo elettrico. I componenti prendono posto sulla basetta la cui traccia è illustrata qui sotto.**

vo quale potrebbe essere quello degli indicatori di direzione.

Visto che non si può eludere, all'ipotetico ladro non resta che renderlo inoffensivo; per questo abbiamo protetto il nostro antifurto dal sabotaggio: nel momento in cui viene aperto il vano portaoggetti o quello dove viene riposto il circuito (ad esempio sotto la sella) grazie a un microswicth, immediatamente scatterà l'allarme che rimarrà attivo circa 30 secondi.

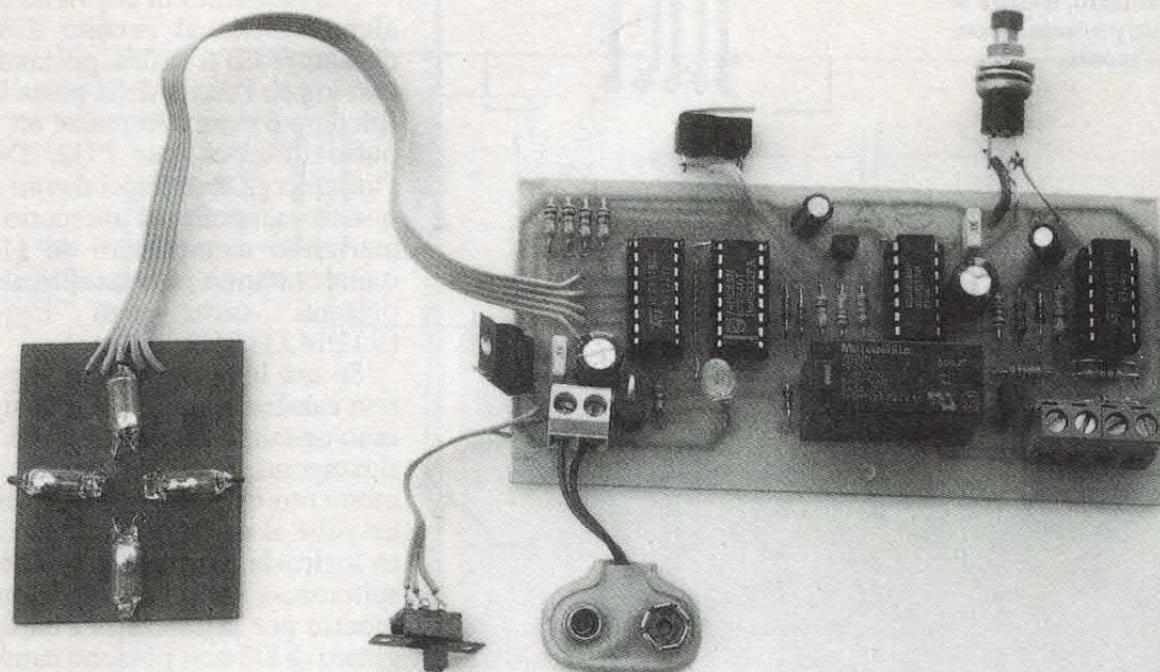
Se le condizioni di allarme persistono naturalmente continua anche l'allarme, con altri trenta secondi di attivazione della sirena; e così di seguito fino al ripristino delle condizioni normali, ovvero fino al reset del dispositivo mediante interruttore di sicurezza a chiave.

Certo, l'unico punto debole della nostra centralina è il taglio dei cavi di alimentazione, tuttavia se usate una sirena a caduta di positivo, mancando l'alimentazione scatta immediatamente l'allarme ed il problema in parte è risolto.

Ora che abbiamo visto a grandi linee l'antifurto, e che sappiamo come funziona e cosa offre, possiamo vedere come è fatto. Lo schema elettrico dovrebbe chiarire ogni dubbio. Come vedete non è molto complesso, e per comprenderlo meglio lo possiamo dividere in tre parti: circuito di alimentazione, gruppo raccolta sensori al mercurio, e attuatore allarme.

**COMPONENTI**

**R 1 = 470 ohm**
**R 2 = 680 ohm**
**R 3 = 560 Kohm**
**R 4 = 10 Kohm**
**R 5 = 10 Kohm**
**R 6 = 10 Kohm**
**R 7 = 10 Kohm**
**R 8 = 15 Kohm**
**R 9 = 100 Kohm**
**R10 = 47 Kohm**
**R11 = 22 Kohm**
**R12 = 150 Kohm**
**R13 = 1 Mohm**
**R14 = 15 Kohm**
**R15 = 100 Kohm**
**C 1 = 220 µF 25Vl**
**C 2 = 100 nF**
**C 3 = 1 µF 25Vl**
**C 4 = 47 µF 25Vl**

La basetta con le ampolle al mercurio va collegata al circuito dell'antifurto mediante un pezzetto di piattina a cinque fili (uno è il positivo).

il prototipo

Come potete vedere dallo schema elettrico il circuito di alimentazione è composto dal diodo D1 (che protegge dalle inversioni di polarità) e da un regolatore di tensione U1 con i necessari condensatori di livellamento C1 e C2.

Segue poi R1 che polarizza il diodo led DL1 utile per visualizzare l'attivazione del circuito. Il relé da 12 volt non è alimentato dall'uscita U di U1 come tutto il resto del circuito, bensì prende l'alimentazione dal catodo di D1. Infatti non si può accontentare dei 5 volt offerti dal regolatore.

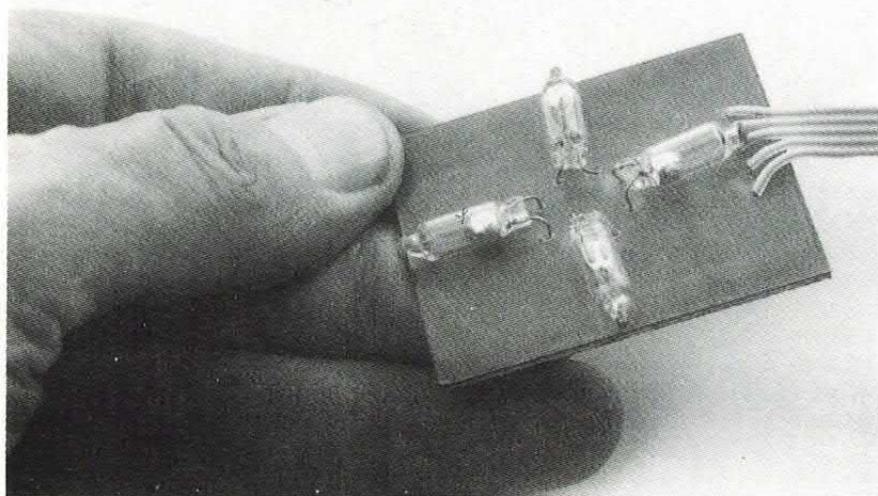
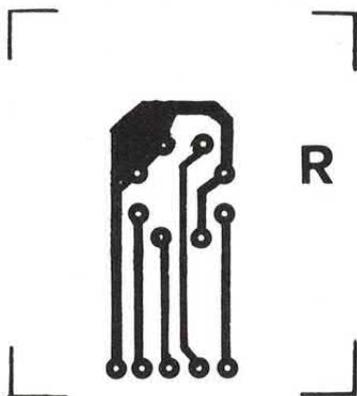
Prima del regolatore di tensione notate l'interruttore S1, che è del tipo a chiave e che ci permette di dare o togliere l'alimentazione alla centralina.

| | |
|---|---|
| **C 5 = 1 µF 25Vl** | **U 1 = L7805** |
| **C 6 = 100 nF** | **U 2 = CD4076** |
| **D 1 = BY255** | **U 3 = 74HC85** |
| **D 2 = 1N4148** | **U 4 = CD4093** |
| **D 3 = 1N4148** | **U 5 = CD4093** |
| **D 4 = 1N4148** | |
| **D 5 = 1N4148** | |
| **D 6 = 1N4148** | **Le resistenze sono** |
| **T 1 = BC547** | **da 1/4 di watt** |
| **T 2 = BC547** | **con tolleranza del 5%.** |

Passiamo ora alla parte del circuito che fa si che l'antifurto entri in allarme. Questa parte è composta da 4 ampolle al mercurio, un comparatore di grandezza a 4 bit (U3) un registro a scorrimento parallelo (U2) e una rete logica di temporizzazione costruita intorno ad U5b e U5c, con elementi di contorno.

Le quattro ampolle al mercurio, quando il circuito è alimentato, possono determinare lo stato logico 1 oppure 0 dipendentemente dalla posizione che assumono, quindi dalla posizione assunta di volta in volta dal sensore.

Nel momento in cui viene data l'alimentazione alla centralina, lo

**Per ottenere un montaggio compatto realizzate la basettina la cui traccia (in scala 1:1) sta qui a lato: su di essa trovano posto le quattro ampolle reed, che vanno montate in modo che ognuna abbia un piedino collegato alla pista che unisce quattro piazzole tra quelle disposte in cerchio. Tale pista va collegata al positivo della scheda base antifurto, mentre le restanti piazzole possono essere collegate casualmente.**

stato determinato dalla posizione delle quattro ampolle Reed viene letto dall'integrato U2. I quattro stati logici (bit) rappresentano una parola binaria che chiameremo parola A.

Essa viene memorizzata da un registro parallelo U2 che passa l'informazione dagli ingressi 11,12,13 e 14 alle rispettive uscite 6,5,4 e 3 quando un opportuno impulso di clock viene portato al piedino 7. L'impulso di clock giunge dalla rete logica che fa capo a U5b ed U5c: all'accensione C3 è scarico ma viene caricato (nel giro di 1÷2 secondi) mediante R3; ad un certo punto l'uscita della U5c, il cui stato logico segue quello dell'ingresso della U5b, commuta da zero ad uno logico, e sul fronte di salita l'U2 riceve l'impulso di clock.

Le uscite di U2 vengono riportate agli ingressi 9,11,14 e 1 di un comparatore a quattro bit: U3. Questi quattro ingressi ospitano quindi la parola A. Il comparatore U3 dispone di altri quattro ingressi che fanno capo ai piedini 15,13,12 e 10, direttamente collegati alle quattro ampolle al mercurio; quindi gli stati logici di questi ingressi possono cambiare continuamente, dipendentemente dalla posizione che il sensore assume di volta in volta.

## IL CONFRONTO DEGLI STATI

Questi altri quattro ingressi che possono cambiare stato continuamente rappresentano la parola binaria che chiameremo B.

Il compito del comparatore è quindi quello di confrontare le parole A e B e portare a livello logico alto una delle sue uscite: quando A risulta maggiore di B il piedino 5 va a livello logico alto, mentre quando la parola B risulterà maggiore della parola A andrà a livello logico alto il piedino 7.

## LA MEMORIA DI POSIZIONE

Nel momento in cui viene data alimentazione al circuito il condensatore C3 si carica, portando a uno logico l'uscita della porta U5c (piedino 3) che determina un impulso di clock per l'U2. Dopo l'impulso gli stati logici dovuti alle quattro ampolle al mercurio rimarranno memorizzati da U2 e quindi saranno permanentemente presenti anche agli ingressi (9,11,14,1) di U3.

Se ora la posizione del sensore non cambia le parole A e B risultano uguali, e le uscite 5 e 7 di U3 rimangono a livello basso. Nel momento in cui una delle quattro ampolle al mercurio cambierà stato logico le parole A e B non risulteranno più uguali, perché mentre per la parola A i bit d'ingresso di U3 non possono cambiare se non viene dato un altro clock al piedino 7 di U2, la parola B, che dipende dagli stati assunti nel tempo dalle ampolle reed, può cambiare continuamente gli stati dei bit d'ingresso di U3.

Come potete ben capire, dopo che avverrà il clock al piedino 7 e la parola A verrà memorizzata, il nostro antifurto risulterà pronto ad individuare ogni eventuale spostamento del sensore.

Veniamo ora alla parte di circuito che fa scattare il relé, cioè all'attuatore di allarme. Questa parte di circuito comprende tutti gli elementi a destra dello schema elettrico.

Il funzionamento è il seguente: dopo aver alimentato il circuito il monostabile formato dalle NAND U4c e U4d si trova in condizione di riposo, ovvero nella condizione stabile, con l'uscita della porta U4d a uno logico. Il transistor T2 risulta quindi interdetto dato che la porta U5a, avendo entrambi gli ingressi a uno logico, presenta la sua uscita, piedino 11, a zero logico.

Se i piedini 5 o 7 di U3 vanno a livello alto il transistor T1 va in

saturazione portando a livello basso i piedini 12 e 13 di U4a, che passa da zero ad uno logico. Questo stesso livello si riporta a uno degli ingressi di U4b, piedino 9; poiché anche l'altro ingresso, piedino 8, di tale porta si trova ad uno logico (dopo che il condensatore C5 si è caricato attraverso R13, collegata all'uscita 4 di U4d che è sempre a uno) la sua uscita passa a zero logico.

Questa situazione determina l'eccitazione del monostabile, in quanto viene messo a zero logico il piedino 1 della U4c. L'uscita di questa passa subito ad uno logico e, siccome C4 è inizialmente scarico, porta allo stesso livello l' ingresso 5 della porta U4d che avendo l'altro ingresso, piedino 6, ad uno, commuta l'uscita 4 da uno a zero.

**Il relé deve essere a 12V, 2 scambi (tipo il FEME MZP) e va bene da 5A, dato che serve per alimentare la sirena o interrompere il circuito di alimentazione dell'accensione della moto.**

## IL RELÈ ATTUATORE

Grazie a U5a il transistor T2 va in saturazione e la bobina del relé RL1 scatta chiudendo i conttatti. Contemporaneamente va a zero logico il piedino 2 della U4c, che tiene ad uno il piedino 3 anche se l'1 torna a livello logico alto. Lo stato logico zero all'uscita del monostabile scarica il condensatore C5 e nel giro di qualche decimo di secondo il piedino 8 della U4b si trova a zero, bloccando lo stato dell'uscita, piedino 10, ad uno.

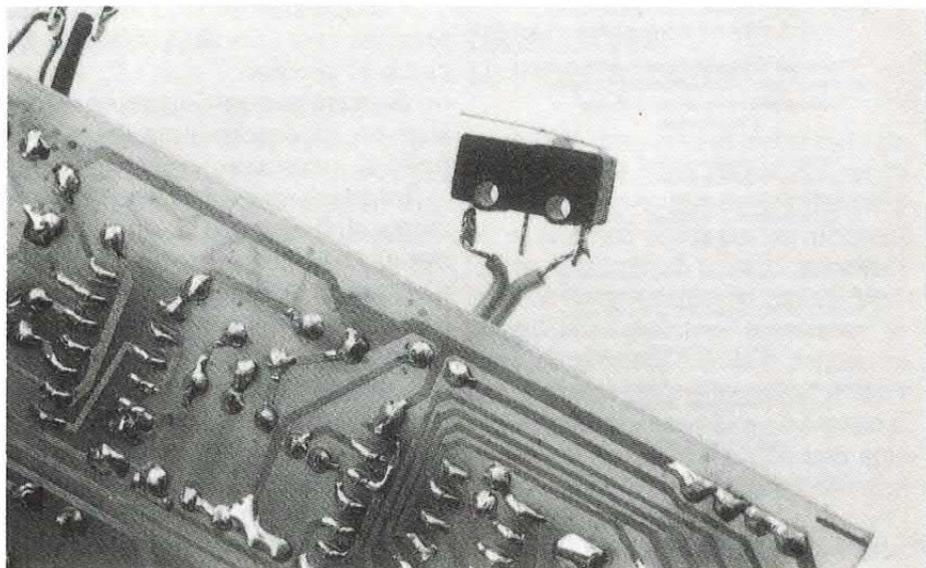
La U4b ha lo scopo di far ripetere al circuito il segnale di allarme. Se non ci fosse questa porta e l'ingresso del monostabile fosse collegato direttamente al collettore del T1, quando scatta l'allarme e permane lo stato logico zero (T1 in saturazione) agli ingressi della U4a, esaurito il proprio tempo il monostabile non scatterebbe più.

Infatti perché possa essere riattivato il C4 deve essere scaricato a fine tempo, e ciò normalmente accade quando l'uscita (pin 4 della U4d) torna a livello alto e trova allo stesso livello l'ingresso del monostabile (pin 1 della U4c).

Nel nostro caso poco dopo l'eccitazione del monostabile la porta U4b assume l'uno logico in uscita, indipendentemente da quello dell'uscita del comparatore U3, permettendo al monostabile, una volta esaurito il suo tempo, di scaricare C4.

Qualche istante dopo che l'uscita del monostabile torna ad uno logico C5 si ricarica permettendo che l'ingresso del monostabile assuma uno stato determinato dall'uscita del comparatore: se questo è uno (cioè in allarme, poiché lo stato delle ampolle reed è diverso da quello iniziale) la U4b si trova entrambi gli ingressi a livello alto e porta la propria uscita a zero, eccitando nuovamente il monostabile.

Se le ampolle tornano nello stato iniziale (cosa difficile perché quando il sensore, una volta spostata la moto, difficilmente torna nelle condizioni iniziali) le uscite dell'U3 assumono lo zero logico e il piedino 9 della U4b assume lo zero logico; al rientro ad uno del piedino 8 la porta non cambia il proprio stato di uscita.

Perciò con questa logica tra un segnale di allarme ed un altro pas-

**Abbiamo previsto un interruttore di antisabotaggio che si chiude aprendo il vano dove sta la centralina; va collegato con due spezzoni di filo elettrico ai punti «IN NA» del circuito.**

serà circa un secondo, sempre che le condizioni di allarme persistano.

Ora ci restano altre due funzioni da vedere: una è quella che ci permette di resettare l'allarme e l'altra di far tenere per buona la posizione acquisita dopo un segnale di allarme.

La prima funzione viene ottenuta premendo il pulsante P2, che forza a zero logico il piedino 6 della U4d; così facendo il piedino di uscita della NAND assume per forza l'uno logico, ed il relé viene diseccitato; inoltre il monostabile viene resettato immediatamente, perché il pin 4 della U4d porta ad uno logico il 2 della U4c, facendone commutare da uno a zero l'uscita, e determinando perciò la scarica rapida del C4. Certo, se l'allarme persiste si ecciterà nuovamente il relé.

La seconda funzione si ottiene anch'essa premendo un pulsante: P1, che fa scaricare C3 attraverso D2 e R2; così facendo, una volta rilasciato il pulsante

il condensatore si ricarica e determina un nuovo impulso di clock al piedino 7 dell'U2, facendo leggere a quest'ultimo i nuovi stati logici determinati dalle ampolle al mercurio.

In questo modo la nuova posizione del sensore è tenuta per buona dal comparatore, e si viene a creare la stessa situazione che si ha quando viene attivata la centralina.

I due pulsanti servono nel caso in cui l'antifurto stia facendo suonare la sirena e la si voglia fermare; premendo P1 l'antifurto terrà per buona la nuova posizione che il sensore ha acquisito, mentre premendo anche P2 la sirena smetterà di suonare immediatamente.

Volendo i due pulsanti si possono ridurre ad uno solo tenendo in comune il terminale di massa e unendo gli altri due fili come si vede nella foto del prototipo.

Ultima cosa: non abbiamo ancora menzionato il contatto normalmente aperto di antisabotaggio: ad esso (punti «IN NA») si collega un microswitch che si chiude aprendo la sella della moto, il vano portaoggetti, o il contenitore in cui si pone la centralina antifurto.

Il microswitch conviene sia del tipo NC, ovvero che a riposo sta col contatto chiuso; questo perché deve aprirsi interrompendo i punti «IN NA» quando il vano è chiuso.

## REALIZZAZIONE PRATICA

In queste pagine sono pubblicati due master (in scala 1:1): uno è per la centralina e l'altro per ospitare le ampolle al mercurio. Una volta realizzati i circuiti potrete creare un collegamento tra loro con una piattina a cinque poli.

Dopo aver montato in modo corretto tutti i componenti (attenzione alla polarità dei diodi e all'orientamento di transistor, e integrati, che conviene montare su zoccoli con contatto a tulipano) non vi resta altro che fare l'impianto sulla vostra moto stando attenti a dove farete passare i fili di collegamento.

Il tempo per il quale l'antifurto rimane attivo si può cambiare scegliendo altri opportuni valori di C4 e R12. Se vorrete, al posto di un normale pulsante per resettare l'antifurto potrete utilizzare un altro interruttore a chiave o un circuito a radiocomando.

□

*by Futura Elettronica*

# infrarossi & co.

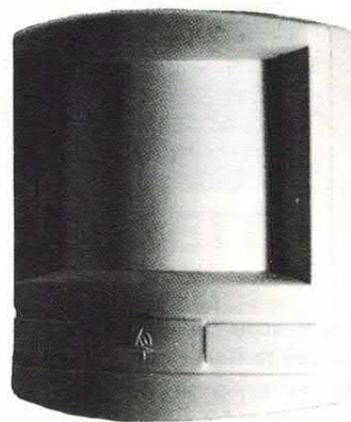
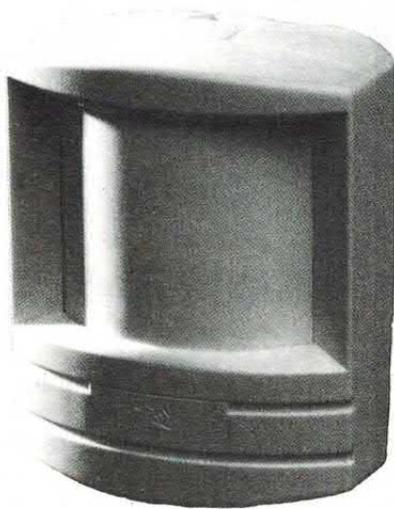
Disponiamo di una vasta gamma di sensori ad infrarossi passivi per qualsiasi tipo di impiego, dagli impianti di allarme, ai dispositivi di accensione automatica delle luci, ai rivelatori di passaggio. Tutti i nostri prodotti possono essere richiesti anche per corrispondenza.

### MINI ALLARME A TRE FUNZIONI

Sensore ad infrarossi passivi autoalimentato (con pila da 9 volt) che può essere utilizzato sia come antifurto che come campanello di ingresso (indicatore di prossimità). Nella funzione antifurto, dopo un tempo di inibizione che consente di uscire dai locali, se qualcuno entra nel raggio di azione del sensore provoca l'attivazione della sirena per 30 secondi. Al contrario, nella funzione campanello, il dispositivo emette due brevi note quando la persona transita davanti al sensore. Il dispositivo è munito di braccio snodabile che ne facilita la messa in opera.
Possibilità di attivare il generatore sonoro con un pulsante esterno. Portata del sensore di oltre 10 metri.

**Cod. FR45 - Lire 38.000**

### SENSORI CON FILI

Sensori professionali a tre fili facilmente collegabili a qualsiasi impianto antifurto. Portata massima di 12 metri, angolo di copertura di 90 gradi, regolazione dell'inclinazione tramite vite interna, compensazione automatica delle variazioni di temperatura. Realizzati in tecnologia SMD, questi sensori offrono elevate prestazioni con una notevole sicurezza di funzionamento, tanto da essere garantiti per ben 5 anni. Tensione di alimentazione compresa tra 9 e 16 volt con segnalazione dell'entrata in funzione tramite led. Sono disponibili 2 modelli: a singolo e doppio P.I.R.. Quest'ultima versione garantisce una elevatissima immunità ai falsi allarmi dovuti soprattutto a piccoli animali (topi e simili) ed a correnti d'aria calda.
**Cod. FR46 (singolo PIR) Lire 65.000 - Cod. FR47 (doppio PIR) Lire 110.000**

### SENSORE NOTTURNO PER ESTERNO

Accende per un tempo prefissato le luci del giardino o di casa quando qualcuno entra nel suo raggio di azione. Portata massima di 12 metri con apertura angolare di 110 gradi. Il dispositivo viene alimentato dalla tensione di rete e può controllare un carico massimo di 600 watt. Completo di sensore crepuscolare regolabile che attiva il dispositivo esclusivamente durante le ore notturne e di timer con tempo di lavoro compreso tra 5 secondi e 10 minuti circa.
**Cod. FR07 Lire 75.000**

**Vendita al dettaglio e per corrispondenza** di componenti elettronici attivi e passivi, scatole di montaggio, strumenti di misura, apparecchiature elettroniche in genere (orario negozio: martedì-sabato 8.30 - 12.30 / 14.30 - 18.30, lunedì 14.30/18.30). **Forniture all'ingrosso** per industrie, scuole, laboratori. **Progettazione e consulenza** hardware/software, programmi per sistemi a microprocessore e microcontrollore. Venite a trovarci nella nuova sede di Rescaldina (autostrada MI-VA, uscita Castellanza).

**Spedizioni contrassegno in tutta Italia con spese a carico del destinatario. Per ricevere ciò che ti interessa scrivi o telefona a:**

**FUTURA ELETTRONICA**

V.le Kennedy, 96 - 20027 RESCALDINA (MI) - Tel. (0331) 576139 r.a. - Fax (0331) 578200

05

NUOVISSIMO

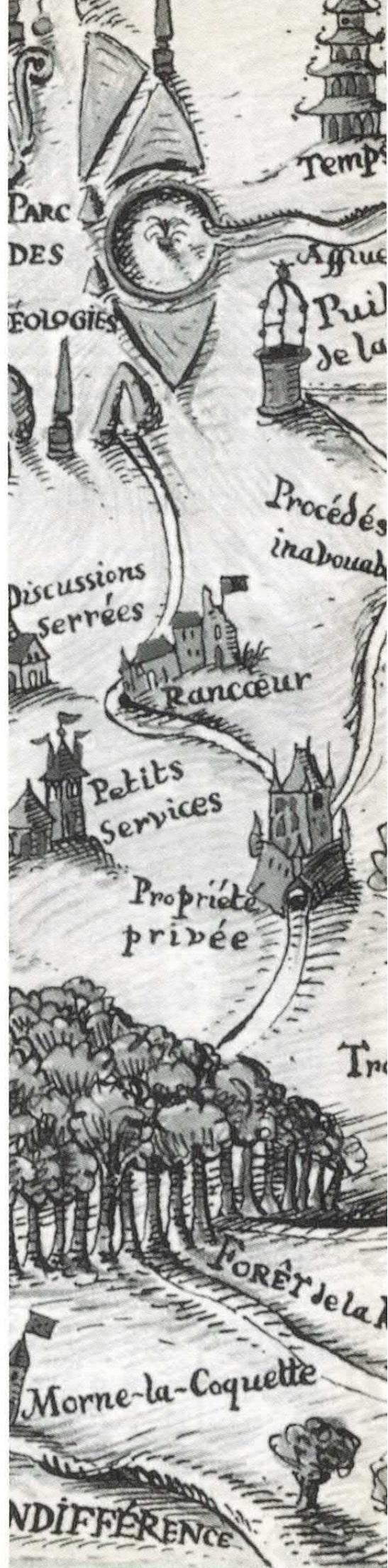
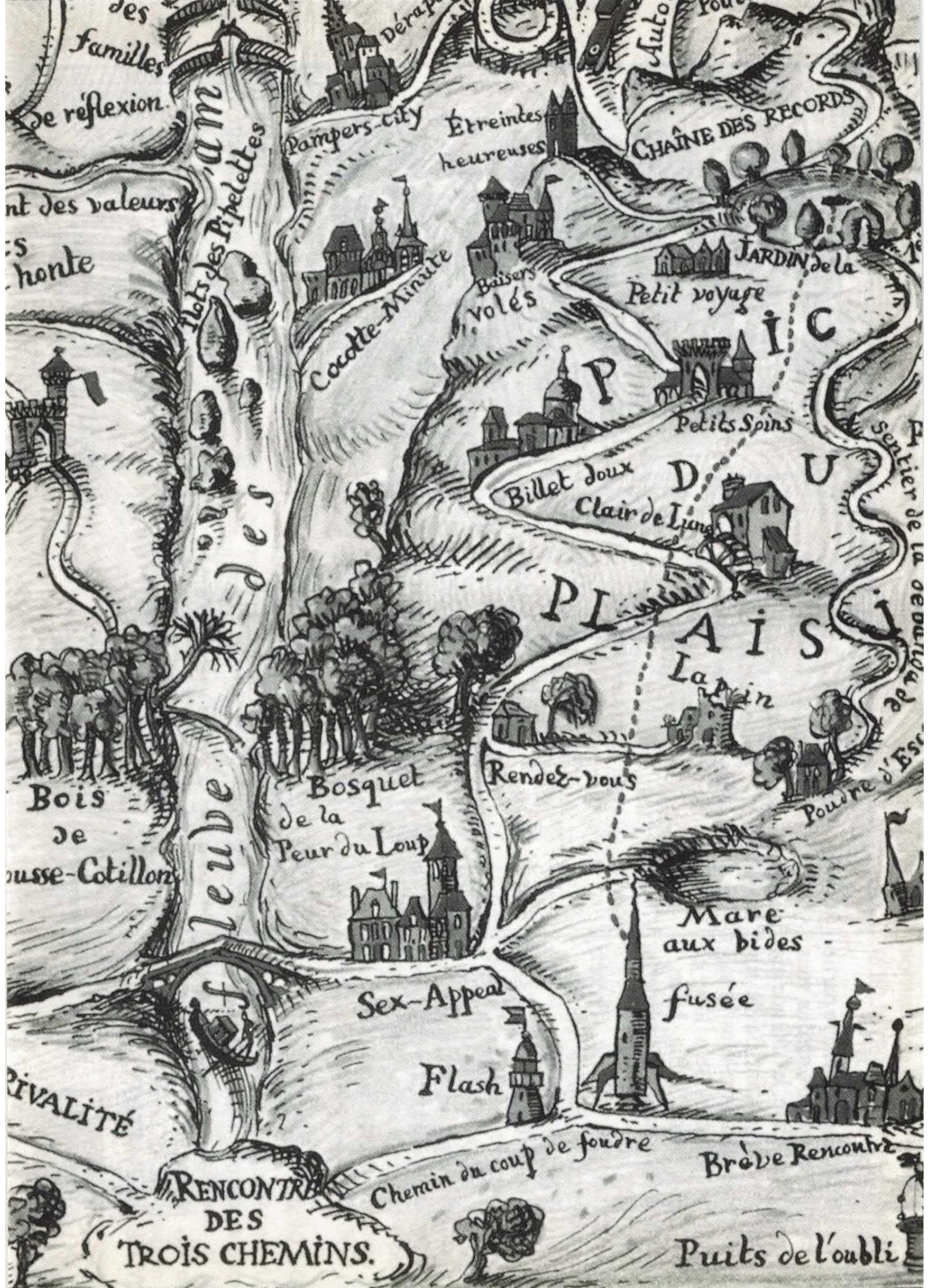
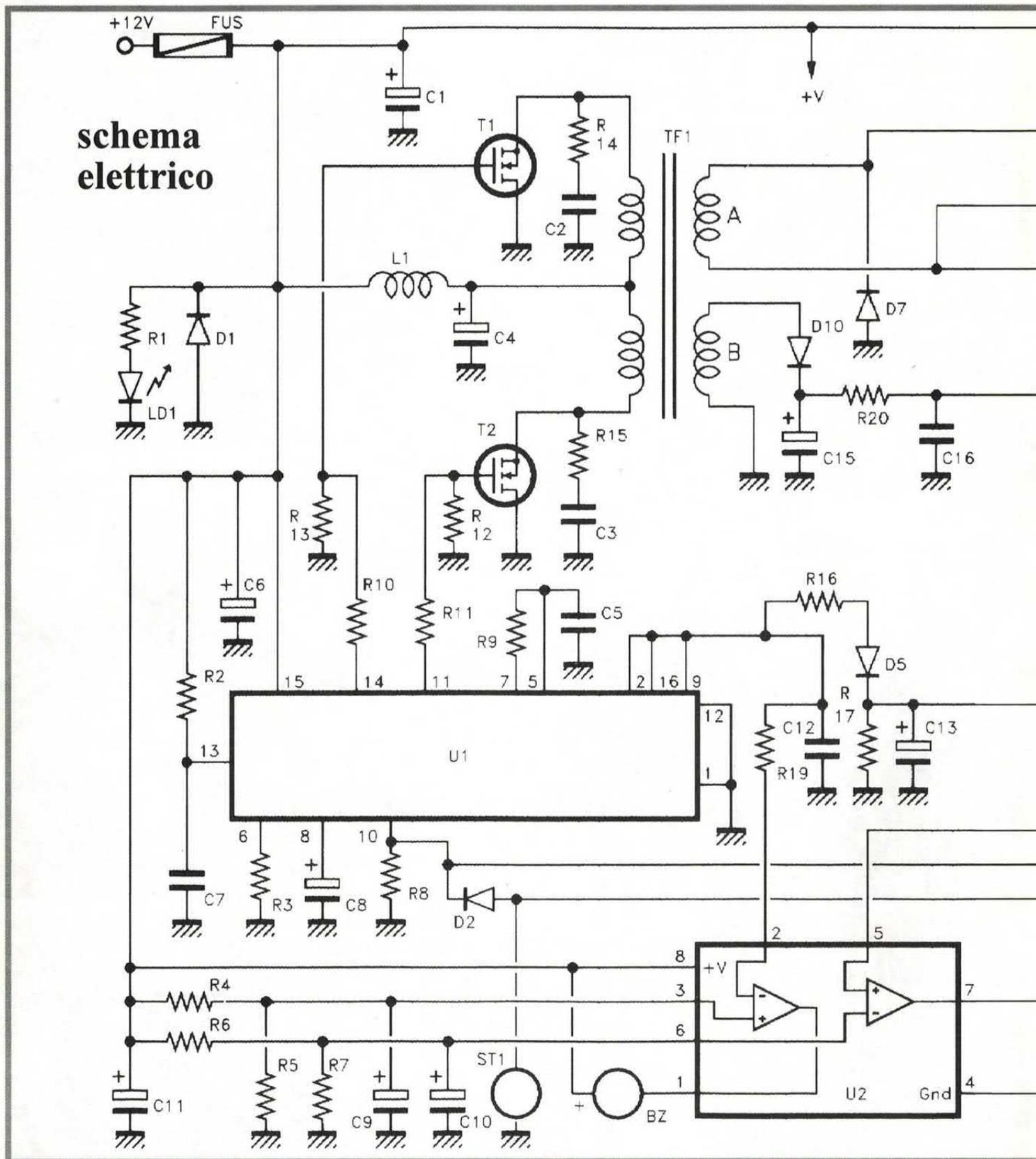
# INVERTER PWM 150 WATT

COMPATTO, EFFICIENTE, POTENTE: ECCO LA NOSTRA PROPOSTA PER UN INVERTER DAI MILLE IMPIEGHI, IN GRADO DI TRASFORMARE LA TENSIONE ALTERNATA A 220 VOLT. IL CIRCUITO UTILIZZA LA TECNICA PWM CHE CONSENTE DI RIDURRE LA DIMENSIONE ED IL PESO DELL'INVERTER DI ALMENO 5 VOLTE RISPETTO AI CIRCUITI TRADIZIONALI. DISPONIBILE IN SCATOLA DI MONTAGGIO!

DI ARSENIO SPADONI

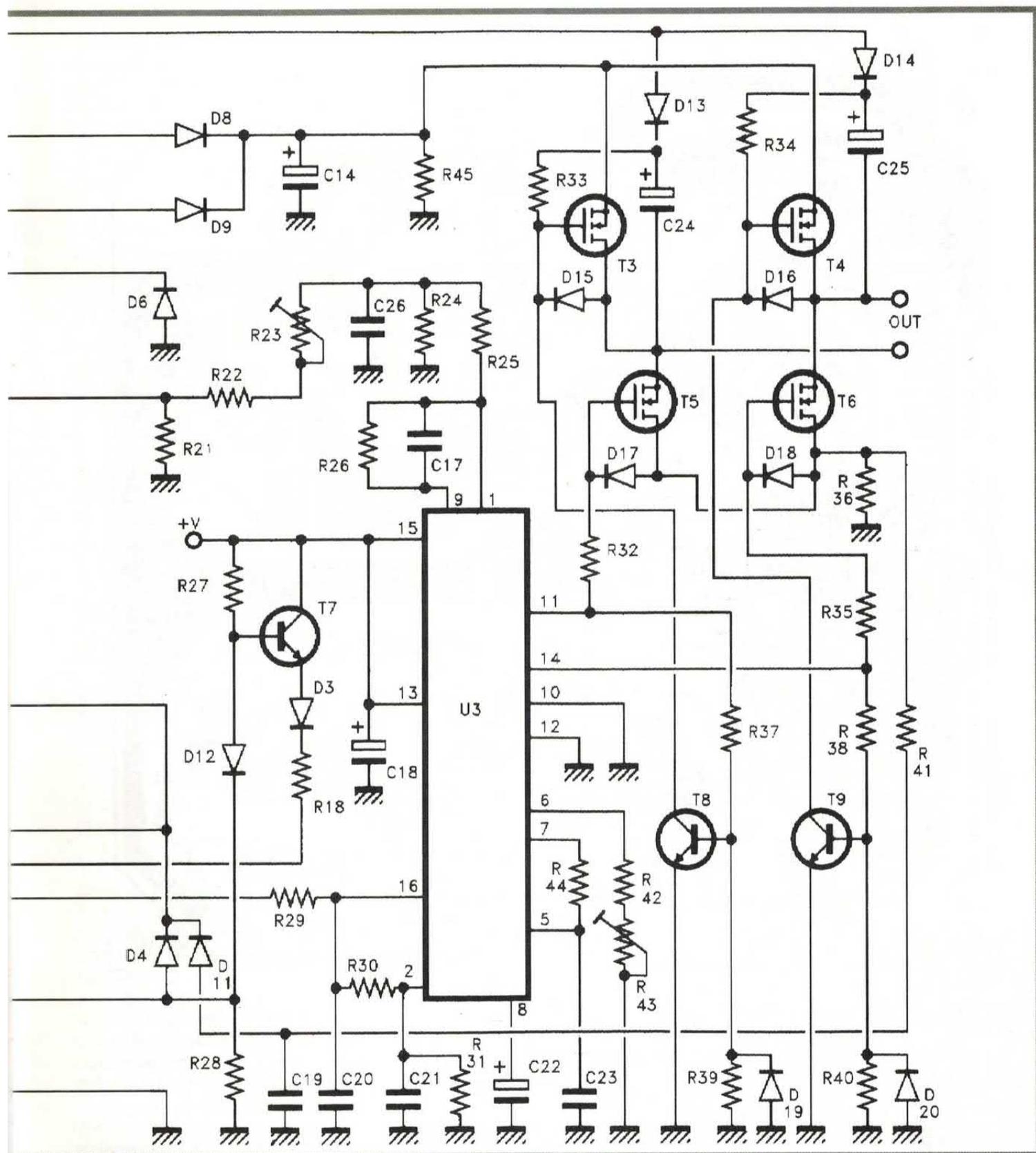
**Ci stiamo rapidamente avvicinando all'estate e, come ogni anno, sulle riviste dedicate agli appassionati di elettronica fioriscono gli schemi di inverter, ovvero di dispositivi in grado di trasformare la tensione continua a 12 volt in una tensione alternata a 220 volt con la quale alimentare televisori, lampade, computer, ventilatori ed in genere qualsiasi apparecchiatura di piccola potenza funzionante a tensione di rete.**

**La richiesta di inverter (utilizzati in auto, nei camper e nelle barche) è maggiore durante la bella stagione ed è questo il motivo che spinge le riviste a proporre tali circuiti in questo periodo. Purtroppo, anche quest'anno, i progetti che abbiamo visto finora non sono altro che un frettoloso rimpasto di circuiti vecchi e superati.**

**Il progetto descritto in queste pagine rappresenta invece una vera novità dal momento che sfrutta la tecnica PWM, utilizzata ormai in tutti i dispositivi commerciali di recente produzione. I vantaggi offerti da**

## schema elettrico

questa tecnica rispetto ai circuiti tradizionali sono molteplici.

Innanzitutto è possibile ridurre di almeno 5 volte l'ingombro ed il peso dell'inverter realizzando così apparecchiature estremamente compatte e facili da trasportare; negli inverter in PWM, infatti, il trasformatore elevatore presenta dimensioni molto contenute in quanto la frequenza di lavoro è circa 1.000 volte più elevata rispetto ai circuiti tradizionali.

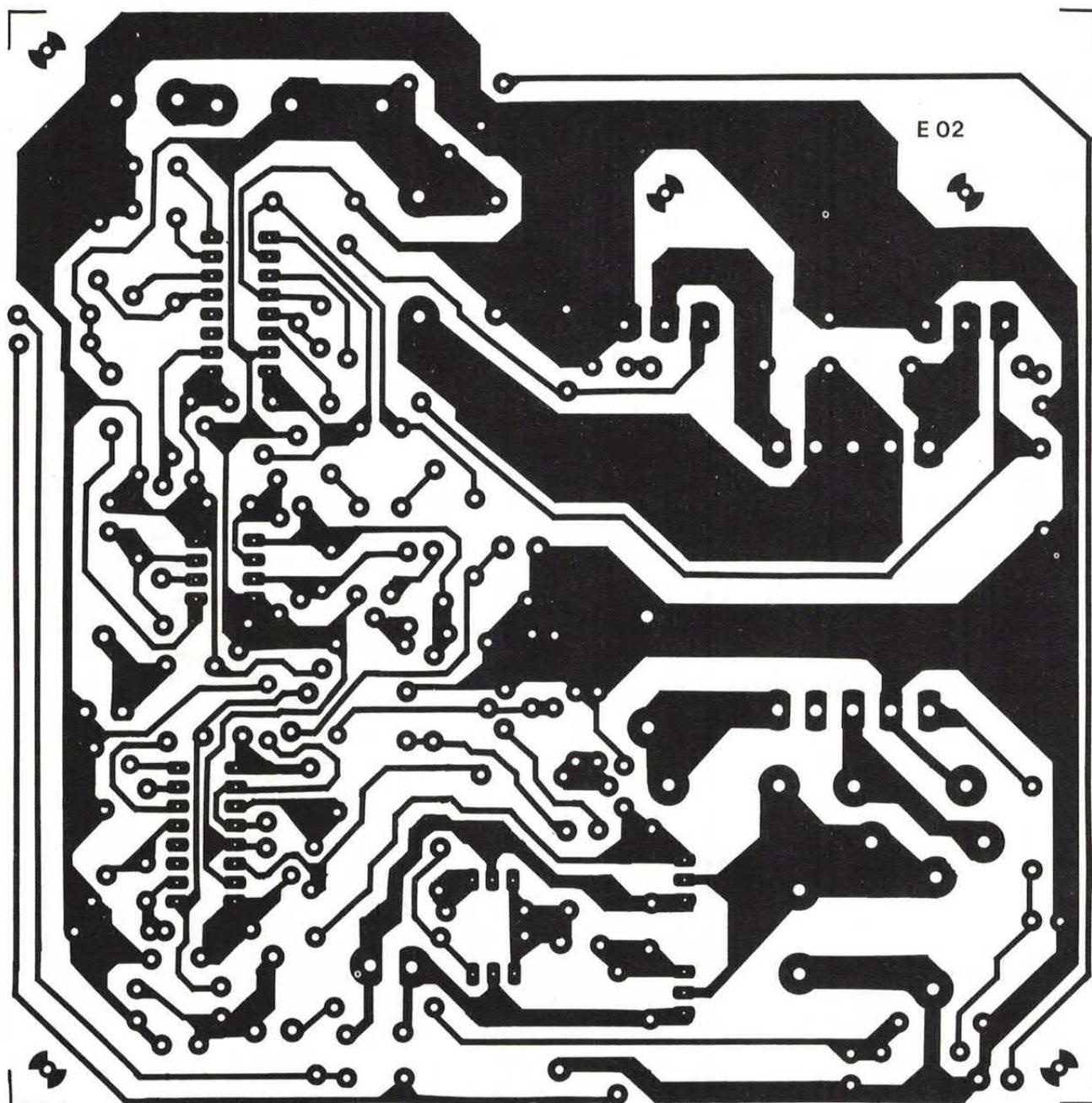
Anche il rendimento non è assolutamente paragonabile; si passa infatti da valori medi dell'ordine del 55-65 per cento a valori superiore al 90 per cento con punte che raggiungono il 94-95 %. Altro vantaggio degli inverter in PWM riguarda la corrente assorbita a vuoto che in alcuni casi è inferiore a 100 mA contro valori medi di 1-2,5 ampere.

Una bella differenza! Infine gli inverter in PWM generano una forma d'onda di uscita molto simile

a quella sinusoidale, decisamente migliore rispetto alla solita onda quadra.

Questa forma d'onda viene chiamata "modified sinewave" che significa, appunto, onda sinusoidale modificata. A questo punto, prima di occuparci dello schema elettrico vero e proprio, vediamo di analizzare la struttura del nostro inverter in PWM. La tensione della batteria alimenta l'oscillatore che fa capo all'integrato U1 ed ai mosfet T1 e T2.

Questi due componenti sono collegati all'avvolgimento primario del trasformatore elevatore TF1 che rappresenta il "cuore" di tutto il circuito. I due mosfet vengono attivati uno alla volta con un duty cycle di poco inferiore al 50% ad una frequenza di circa 40-50 KHz.

Come pilota viene utilizzato un comune integrato PWM tipo SG3525 (U1). Nel nostro caso il duty cycle è fisso e pertanto l'assorbimento a vuoto risulta costante. Essendo questo valore

## traccia rame

piuttosto basso, non abbiamo ritenuto di dover agire sul duty con una rete di reazione, cosa peraltro facilmente realizzabile.

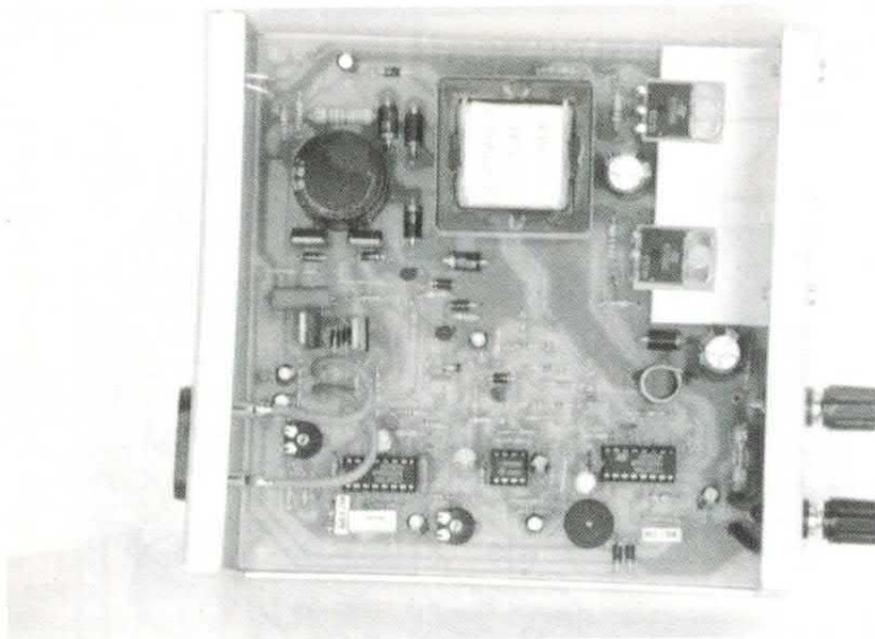
All'integrato U1 fanno capo le protezioni dell'inverter. Il dispositivo segnala mediante un buzzer quando la tensione di ingresso scende sotto il valore di 10,2 volt; con tensioni inferiori a questo valore il circuito di regolazione non riesce a mantenere entro la tolleranza prefissata la tensione alternata di uscita; se la tensione della batteria diminuisce ulteriormente, il circuito di protezione blocca il funzionamento dell'inverter salvaguardando così la batteria stessa.

L'inverter si blocca anche quando il sensore di temperatura fissato ai mosfet rileva un eccessivo innalzamento termico.

Infine all'integrato U1 fa capo la protezione in corrente che interviene quando si verifica un corto circuito in uscita.

L'alta tensione presente sul secondario del trasformatore TF1 (avvolgimento A) viene raddrizzata da quattro diodi veloci e resa perfettamente continua da un condensatore elettrolitico di elevata capacità ai capi del quale possiamo misurare una tensione continua di circa 280 volt. Questa tensione alimenta i quattro mosfet di uscita connessi a ponte che vengono pilotati dall'integrato U3, un altro controller PWM tipo SG3525.

I mosfet vengono attivati due alla volta con impulsi di durata variabile per compensare l'abbassamento della tensione sul condensatore elettrolitico di filtro.

In questo modo la tensione di uscita a 220 volt risulta particolarmente stabile. Dopo questa prima, sommaria descrizione del funzionamento dell'inverter, analizziamo ora in maniera più approfondita il circuito elettrico.

## LO SCHEMA ELETTRICO

La tensione della batteria alimenta, tramite un fusibile da 20 ampere, il chopper che fa capo ai mosfet T1 e T2 ed al trasformatore elevatore TF1.

Quest'ultimo componente è sicuramente l'elemento più importante di tutto l'inverter. Per ottenere buoni risultati è necessario utilizzare un trasformatore con nucleo in ferrite in quanto il circuito lavora non a 50 Hz ma bensì a 50KHz.

Nel nostro caso abbiamo utilizzato un nucleo a doppia "E" contraddistinto dalla sigla EE4242S; questo materiale risulta facilmente reperibile presso i rivenditori specializzati.

In considerazione delle elevate correnti in gioco e dello spazio limitato, l'avvolgimento primario è stato realizzato con una lamina di rame dello spessore di 0,15 millimetri larga 22 mm anzichè con normale filo smaltato.

In questo modo siamo riusciti a mantenere la densità massima della corrente circolante nel primario in circa 3-4 ampere per millimetro quadro; per raggiungere gli stessi valori col sistema tradizionale avremmo dovuto utilizzare un filo del diametro di circa 3 millimetri, assolutamente incompatibile con le dimensioni del nucleo impiegato.

Nel nostro caso il primario è composto da 3+3 spire realizzate con la lamina di rame mentre il primo secondario (A, quello ad alta tensione) è formato da 65 spire di filo di rame smaltato del diametro di 0,71 mm; l'altro secondario (quello di reazione) è invece formato da 2 spire di filo smaltato del diametro di 0,45 mm.

L'avvolgimento primario viene controllato da due mosfet di potenza attivati uno alla volta dall'integrato U1. Per ottenere da questo stadio un elevato rendimento abbiamo utilizzato due mosfet STH75N06 che presentano una bassissima resistenza drain-source in conduzione, appena 0,014 ohm.

Questi componenti sono in grado di reggere una corrente continua di 75 ampere (300 nei picchi) con una tensione nominale di 60 volt. La rete formata da L1 e C4 evita che i disturbi prodotti dalla commutazione possano giungere alle restanti sezioni dell'inverter.

Anche le reti RC R14/C2 e R15/C3 contribuiscono al buon funzionamento di questa sezione dove, lo ricordiamo sono in gioco frequenze e correnti elevate.

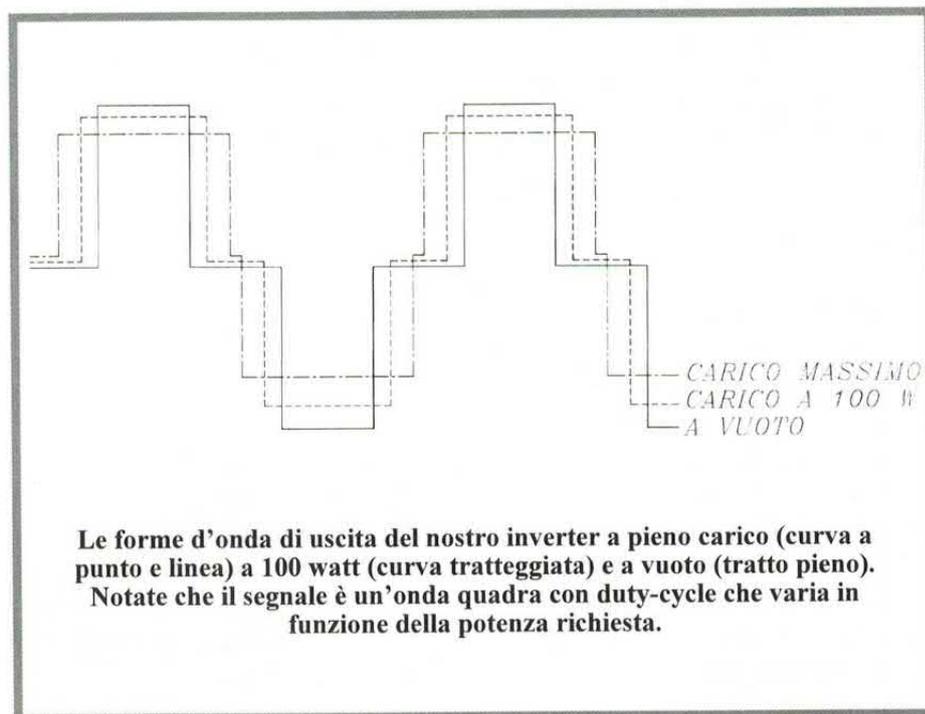
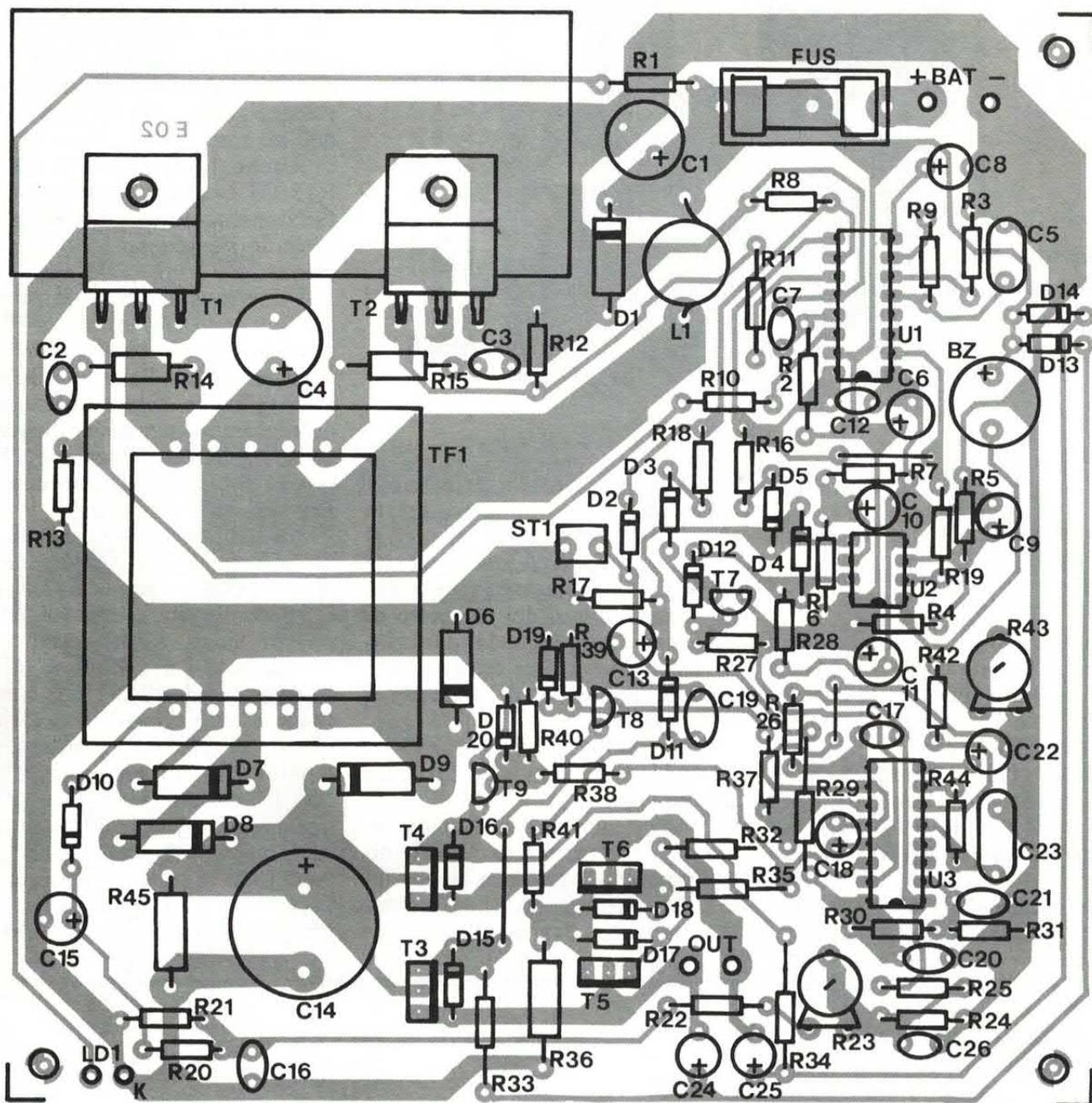
I due mosfet vengono pilotati dall'integrato U1, un driver PWM tipo SG3525.

In questo caso l'integrato SG3525 viene utilizzato esclusivamente come oscillatore in quanto sull'ingresso che controlla della sezione PWM (pin 9) giunge una tensione costante generata dallo stesso U1.

La frequenza di oscillazione dipende dai valori della resistenza R3 connessa al pin 6 ed alla rete C5/R9 collegata ai pin 5 e 7. Nel nostro caso la frequenza di oscillazione è di circa 50.000 Hz.

Al terminale 10 di U1 fa capo lo stadio di inibizione dell'oscillatore; quando su questo pin è presente una tensione superiore a 2,5 volt l'oscillatore risulta bloccato, viceversa l'oscillatore funziona regolarmente.

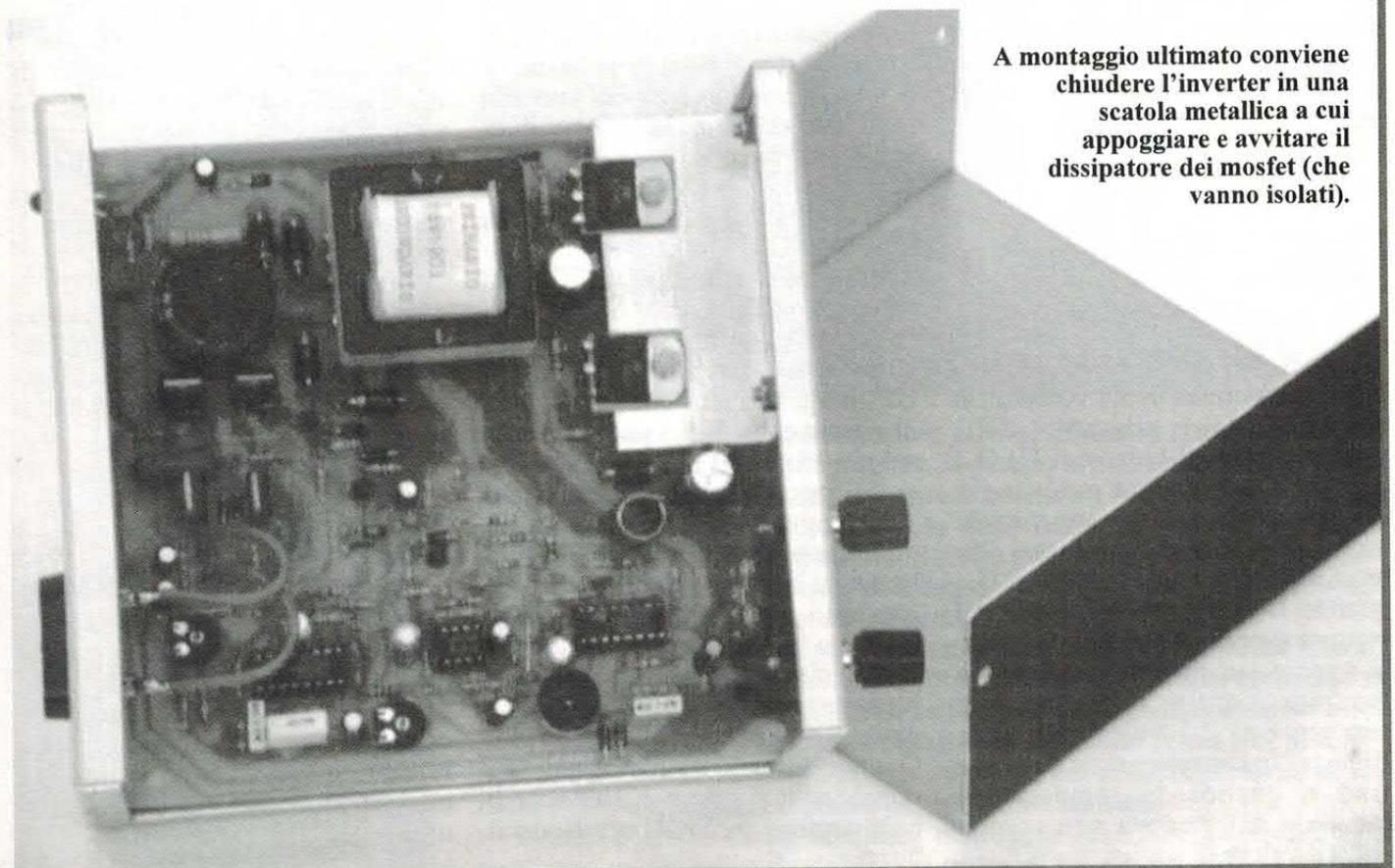
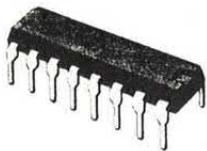
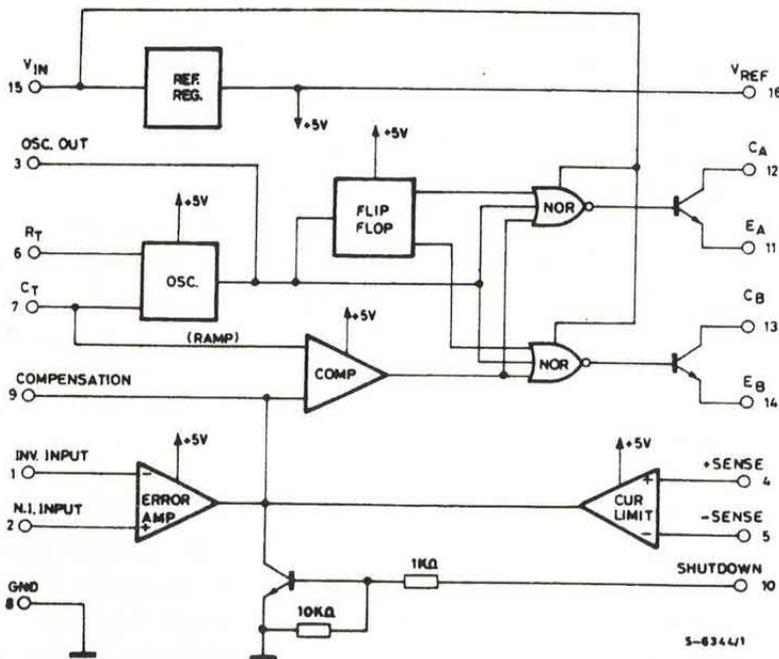
A questo pin fanno ovviamente capo tutte le protezioni del nostro inverter. La protezione in temperatura fa capo al sensore

**Le forme d'onda di uscita del nostro inverter a pieno carico (curva a punto e linea) a 100 watt (curva tratteggiata) e a vuoto (tratto pieno). Notate che il segnale è un'onda quadra con duty-cycle che varia in funzione della potenza richiesta.**

# disposizione componenti

COMPONENTI:

R1 = 1 Kohm
R2 = 1 Ohm
R3 = 4,7 Kohm
R4 = 6,8 Kohm
R5 = 6,8 Kohm
R6 = 10 Kohm
R7 = 4,7 Kohm
R8 = 10 Kohm
R9 = 39 Ohm
R10 = 10 Ohm
R11 = 10 Ohm
R12 = 10 Kohm
R13 = 10 Kohm
R14 = 10 Ohm 0,5 W
R15 = 10 Ohm 0,5 W
R16 = 1 Kohm
R17 = 1,5 Kohm
R18 = 2,2 Kohm
R19 = 1 Kohm
R20 = 5,6 Kohm
R21 = 3,3 Kohm
R22 = 4,7 Kohm
R23 = 47 Kohm trimmer
R24 = 10 Kohm
R25 = 1 Kohm
R26 = 12 Kohm
R27 = 10 Kohm
R28 = 5,6 Kohm
R29 = 1,5 Kohm
R30 = 4,7 Kohm
R31 = 2,7 Kohm
R32 = 4,7 Kohm
R33 = 2,2 Kohm
R34 = 2,2 Kohm
R35 = 4,7 Kohm
R36 = 1 Ohm 2 W
R37 = 2,2 Kohm

R38 = 2,2 Kohm
R39 = 5,6 Kohm
R40 = 5,6 Kohm
R41 = 680 Ohm
R42 = 22 Kohm
R43 = 47 Kohm trimmer
R44 = 3,3 Kohm
R45 = 180 Kohm 2 W
C1 = 470 uF 25 VL
C2 = 10 nF ceramico
C3 = 10 nF ceramico
C4 = 1.000 uF 25 VL
C5 = 3,3 nF poliestere P. 7,5 mm
C6 = 100 uF 16 VL
C7 = 100 nF multistrato
C8 = 10 uF 16 VL
C9 = 22 uF 16 VL
C10 = 10 uF 16 VL
C11 = 100 uF 16 VL
C12 = 100 nF
C13 = 10 uF 16 VL
C14 = 100 uF 385 VL
C15 = 10 uF 63 VL
C16 = 100 nF multistrato
C17 = 10 nF poliestere P. 5 mm
C18 = 100 uF 25 VL
C19 = 100 nF multistrato
C20 = 100 nF multistrato
C21 = 3,3 nF poliest. P.7,5 mm
C22 = 10 uF 25 VL
C23 = 220 nF poliestere P. 10 mm
C24 = 22 uF 16 VL
C25 = 22 uF 25 VL
C26 = 100 nF multistrato
D1 = BY254
D2 = 1N4148
D3 = 1N4148
D4 = 1N4148
D5 = 1N4148
D6 = BY399
D7 = BY399
D8 = BY399
D9 = BY399
D10 = 1N4007
D11 = Diodo al germanio
D12 = 1N4007
D13 = 1N4007
D14 = 1N4007
D15 = 1N4007
D16 = 1N4007
D17 = 1N4007
D18 = 1N4007
D19 = 1N4148
D20 = 1N4148
T1 = STH75N06
T2 = STH75N06
T3 = IRF830
T4 = IRF830
T5 = IRF830
T6 = IRF830
T7 = BC547B
T8 = MPSA44
T9 = MPSA44
U1 = SG3525
U2 = LM293
U3 = SG3525
L1 = Bobina (vedi testo)
FUS = Fusibile 15
TF1 = Trasformatore elevatore (vedi testo)
LD1 = Led rosso
ST1 = Sensore temperatura
BZ = Buzzer 12 Volt diametro 18 mm (con elettronica)

Varie: 2 zoccoli 8+8, 1 zoccolo 4+4, 1 portafusibile da stampato, 1 circuito stampato E02, 1 dissipatore a "L" in alluminio, 2 set di isolamento, 1 presa 220 volt da pannello, 2 boccole rosso/nere, 2 viti 3MAx16 in nylon con dado, 1 contenitore metallico Teko mod.383.

A montaggio ultimato conviene chiudere l'inverter in una scatola metallica a cui appoggiare e avvitare il dissipatore dei mosfet (che vanno isolati).

**L'integrato SG3525 è un completo regolatore di tensione PWM: contiene il generatore di segnale rettangolare e triangolare, che viene poi comparato con la tensione di riferimento per variare la larghezza degli impulsi di pilotaggio delle uscite.**

termico che, volendo, può anche non essere utilizzato. Il contatto di questo dispositivo (normalmente chiuso) si apre quando la temperatura supera un preciso valore, nel nostro caso 90 gradi centigradi. Questo dispositivo è montato sulla linea che parte dal pin 16 di U2 e che giunge, tramite D2, al pin 10 di U1.

## LA PROTEZIONE TERMICA

Sul pin 16 di U2 è presente una tensione continua di 5,1 volt che, in assenza del sensore ST1, provocherebbe il blocco di U1. La presenza del sensore produce, in condizioni normali, un corto circuito verso massa che impedisce alla tensione di giungere al pin 10 di U1; quando la temperatura rilevata dal sensore supera i 90 gradi, il contatto si apre e sul pin 10 giunge una tensione continua sicuramente superiore ai 2,5 volt che blocca l'integrato; l'inverter resta disattivo fino a quando la temperatura misurata dalla sonda non scende sotto il valore di soglia.

Non intendendo utilizzare questo tipo di protezione è sufficiente montare un ponticello al posto del sensore.Le due uscite dell'integrato U1 pilotano, tramite delle resistenze, i gate dei due mosfet di potenza.

Questi vengono attivati uno alla volta con degli impulsi il cui duty cycle è di poco inferiore al 50 per cento.

Il buzzer controllato dall'integrato LM293 (U2) entra in funzione quando la tensione della batteria scende sotto i 10,2 volt. All'ingresso invertente (pin 2) del primo comparatore di tensione presente in U2 giunge una tensione stabilizzata di riferimento di 5,1 volt presente sul pin 16 di U1.

All'ingresso non invertente (pin 3 ) giunge invece una tensione dimezzata rispetto a quella della batteria in quanto sulla linea di ingresso è presente un partitore resistivo (R4/R5) con rapporto 1:1.

L'uscita del comparatore (pin 1) presenta normalmente un livello alto per cui il buzzer risulta spento. Quando la tensione della batteria scende sotto il valore di 10,2 volt, il comparatore commuta attivando il buzzer.

In questo modo l'inverter ci segnala che la tensione di alimentazione è insufficiente per poter ottenere in uscita una tensione alternata nei limiti di tolleranza del dispositivo.

D'altra parte non si può pretendere che l'inverter possa funzionare correttamente quando viene alimentato con una tensione inadeguata.

## COME PROTEGGE LA BATTERIA

Se la tensione della batteria scende ulteriormente, entra in azione un altro stadio che provvede a bloccare il funzionamento del dispositivo. In questo modo si evita di danneggiare irreparabilmente la batteria che non deve mai essere scaricata completamente.

Questo stadio fa capo al secondo comparatore di U2; in questo caso la tensione di riferimento applicata all'ingresso non invertente (pin 5) viene ridotta a 2,7 volt dal partitore composto da R16/D5/R17.

La tensione proveniente dalla batteria viene abbassata di circa 1/3 dal partitore composto da R6 e R7 ed applicata all'ingresso invertente del comparatore che fa capo al pin 6.

Con questi valori la soglia di intervento è di circa 8,5 volt; ciò significa che in condizioni normali (tensione della batteria superiore a 8,5 volt) l'uscita (pin 7) del comparatore presenta una tensione prossima a 0 volt.

L'uscita pilota il transistor T7 il quale, in condizioni normali, risulta interdetto; l'emettitore pertanto non fornisce al pin 10 di U1 alcuna tensione e l'oscillatore continua a funzionare regolarmente.

## SE LA TENSIONE SCENDE TROPPO...

Vediamo ora cosa succede quando la tensione della batteria scende sotto gli 8,5 volt. L'uscita del secondo comparatore passa da un livello logico basso ad un livello alto provocando l'entrata in conduzione di T7 il quale blocca l'oscillatore U1 fornendo una tensione continua

al pin 10 di U1.

Per effetto del diodo D4, la tensione di uscita del comparatore viene applicata all'ingresso non invertente sul quale era presente originariamente la tensione di riferimento di 2,7 volt. Così facendo, anche se la tensione della batteria risale sopra gli 8,5 volt, l'inverter resta interdetto.

A questo punto, per poter ripristinare le normali condizioni di funzionamento è necessario scollegare la batteria per alcuni secondi e ricollegare un'altra batteria (possibilmente carica).

Al secondo comparatore di tensione fa capo anche la protezione in corrente relativa all'uscita a 220 volt. Se osserviamo lo schema notiamo che la corrente che circola nel carico collegato all'uscita fluisce anche attraverso la resistenza R36.

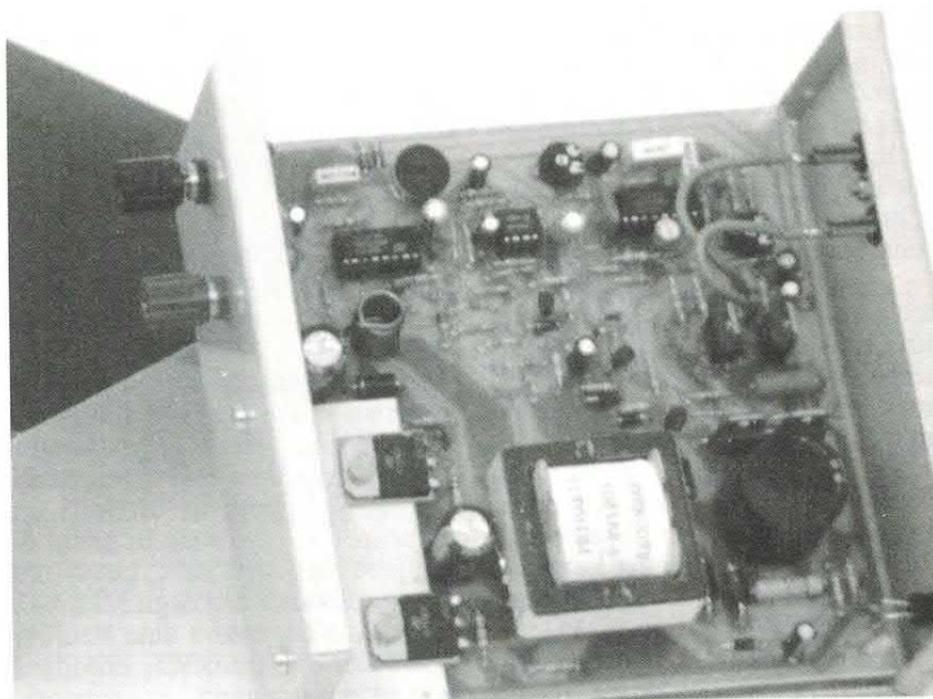
La differenza di potenziale presente ai capi di R36 risulta dunque proporzionale alla corrente di uscita.

Tale tensione viene sovrapposta, tramite R41 e D11, a quella di riferimento di 2,7 volt applicata al pin 5 del secondo comparatore contenuto in U2. Se la tensione proveniente dallo stadio di uscita presenta un valore uguale o superiore a 4 volt, il secondo comparatore entra in funzione bloccando l'inverter.

## PER RIPRISTINARE L'INVERTER

Anche in questo caso, per ripristinare le normali condizioni di lavoro, è necessario (dopo aver eliminato la causa dell'eccessivo assorbimento) scollegare per alcuni istanti la batteria.

Utilizzando una resistenza da 1 Ohm (valore utilizzato nel nostro prototipo), la protezione entra in funzione quasi esclusivamente quando si verifica un corto circuito in uscita; tuttavia, aumentando il valore di R36 è possibile impostare delle soglie d'intervento più basse. Occupiamoci ora dello stadio di alta tensione.

La tensione alternata a 50 KHz presente ai capi del secondario "A" di TF1 viene raddrizzata dal ponte di diodi veloci BY399 (D7-D9) e resa perfettamente continua dal

**Per i due mosfet STH75N06 basta un dissipatore formato da una barra d'alluminio sagomata ad "L", delle dimensioni di 35x35 millimetri, a patto che la si appoggi dal lato libero ad un lato interno della scatola (che deve essere di metallo). Quindi conviene isolare i transistor mediante foglietti di mica e rondelle isolanti, in modo da non prendere la scossa toccando il contenitore con le mani. La presa da pannello va collegata alla basetta con fili del diametro di 1 mm.**

condensatore C14, un elemento da 100 microfarad/400 volt lavoro. Ai capi di questo condensatore troviamo a riposo una tensione continua di 260-280 volt che scende a 220-230 volt nelle condizioni più gravose di funzionamento.

Tale tensione viene applicata all'uscita dell'inverter tramite quattro mosfet che vengono attivati due alla volta. In questo modo la polarità applicata ai due terminali di uscita cambia in continuazione: ci troviamo perciò di fronte ad una tensione alternata. Ovviamente la frequenza di commutazione è esattamente di 50 Hz. Se la tensione continua presente ai capi del condensatore varia in funzione del carico, anche l'ampiezza della semionda positiva e di quella negativa variano nella stesa misura.

Per poter ottenere una tensione di uscita costante è perciò necessario utilizzare un circuito di compensazione; nel nostro caso l'unico modo per ottenere una tensione costante è quello di variare

la durata degli impulsi di controllo dei mosfet. In assenza di carico, quando la tensione disponibile ai capi del condensatore è di circa 280 volt, gli impulsi presentano una durata di 7,5 millisecondi che aumenta a mano a mano che la tensione disponibile si abbassa.

Così, con un carico di 100 watt, troviamo ai capi del condensatore una tensione di 250 volt e degli impulsi di 8,8 mS mentre col carico massimo gli impulsi presentano una durata di poco inferiore ai 10 mS.

Ovviamente il periodo complessivo di ciascuna semionda, in qualsiasi condizioni, è sempre di 10 mS. I quattro mosfet vengono pilotati dall'integrato U3, un altro regolatore PWM di tipo SG3525.

A differenza di U1, in questo caso il circuito funziona come vero e proprio regolatore PWM, allargando e restringendo l'impulso di uscita ovvero il periodo di conduzione dei mosfet.

Le due uscite di U3 (pin 11 e 14) controllano direttamente i mosfet T5 e T6 mentre i mosfet T3 e T4 vengono pilotati dai transistor T8 e T9 che sfasano il segnale di 180 gradi.

In questo modo, durante la prima semionda (uscita 11 attiva) conducono i mosfet T5 e T4 mentre durante il secondo semiperiodo (uscita 14 attiva) sono in conduzione i mosfet T6 e T3.

I mosfet impiegati sono degli IRF840 in grado di lavorare con una tensione massima di 500 volt e con una corrente nominale di 4 ampere (8 ampere max).

## L'IMPORTANZA DEL TRANSISTOR

Anche i transistor T8 e T9 debbono essere in grado di reggere una tensione elevata: nel nostro circuito abbiamo utilizzato degli MPSA44, piuttosto difficili da reperire, che però sono in grado di reggere ben 400 volt. Le prime prove, effettuate con degli MPSA42 da 300 volt avevano dato risultati deludenti con transistor che ogni tanto "esplodevano" provocando anche la distruzione dei mosfet. Per questo motivo raccomandiamo l'impiego degli MPSA44 o di transistr similari in grado di reggere almeno 400 volt.

La frequenza di oscillazione del controller PWM U3 dipende dai valori di C23, R44,R42 e R43. Tramite quest'ultimo componente è possibile regolare con precisione la frequenza della tensione alternata presente sui morsetti di uscita.

La tensione che controlla la larghezza degli impulsi generati dall'integrato U3 viene prelevata dall'avvolgimento secondario di TF1 contraddistinto dalla lettera B.

Ai capi di tale avvolgimento troviamo una tensione alternata di circa 8 volt che varia leggermente in funzione del carico applicato all'uscita dell'inverter nonché della tensione della batteria.

Questa tensione viene raddrizzata e resa perfettamente continua dalla rete formata da D10,C15 e da tutti i componenti a valle di questo stadio.

Una porzione della tensione continua così ottenuta viene inviata all'ingresso di controllo di U3, ovvero ai piedini 1 e 9.

Mediante il trimmer R23 è possibile dosare la tensione di reazione in modo da ottenere la migliore compensazione possibile.

Con questo circuito di regolazione la tensione alternata di uscita varia da un massimo di 230 volt a vuoto ad un minimo di 215 volt con un carico di 150 watt.

Per brevi periodi è possibile collegare all'uscita dell'inverter carichi di 200-250 watt; in questo caso, tuttavia, la tensione alternata scende a 200 volt circa con una variazione in meno di circa il 10 per cento rispetto al valore nominale.

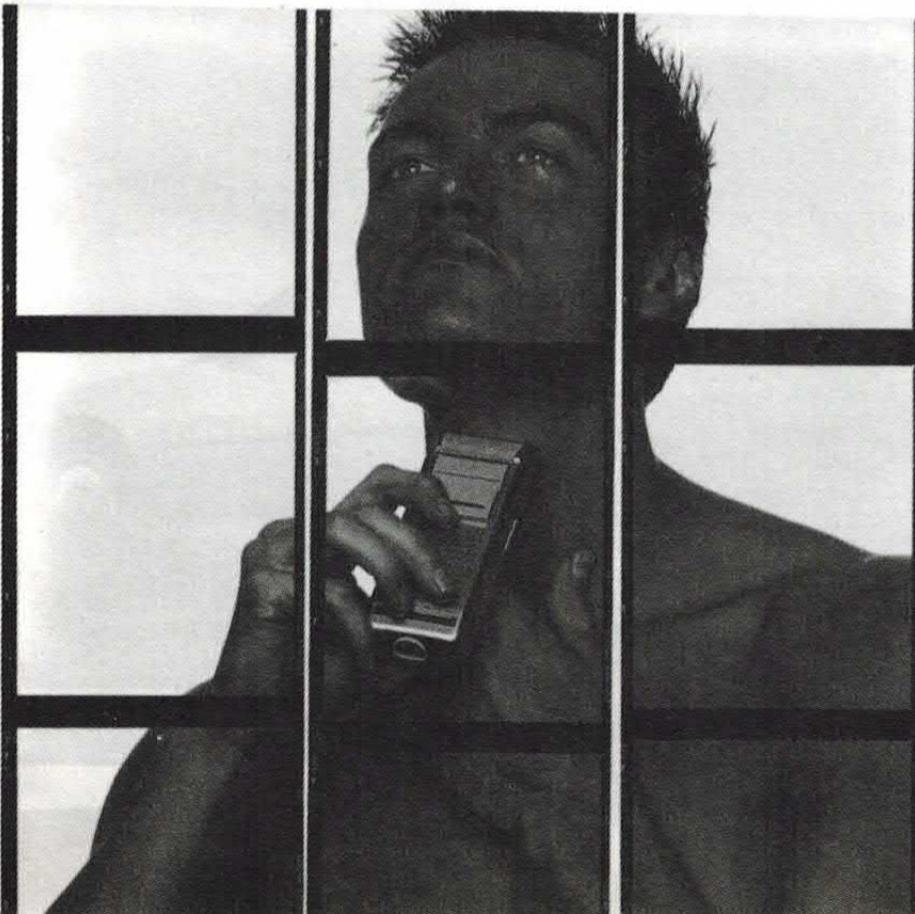
Ovviamente la batteria a 12 volt che alimenta l'inverter deve essere in grado di erogare, in qualsiasi condizioni, la corrente necessaria senza che la tensione scenda sotto la soglia di 11-11,5 volt.

Completata così l'analisi del circuito, occupiamoci ora della costruzione del nostro inverter.

## IL MONTAGGIO

Abbiamo previsto di montare l'inverter all'interno di un contenitore metallico della TEKO mod. 383 le cui dimensioni sono particolarmente contenute: 153 x 160 x 69,5 millimetri e pertanto abbiamo studiato un circuito stampato di dimensioni adeguate.

Come si vede nelle illustrazioni, tutti i componenti sono montati sulla basetta, compreso il trasformatore di alimentazione ed il dissipatore di calore a forma di "L".

Quest'ultimo , essendo fissato sia alla piastra che al fondo del contenitore, consente di ancorare la basetta al contenitore; in altre parole non è necessario utilizzare dei

## Il Nostro Inverter
### (Caratteristiche Tecniche)

| | |
|---|---|
| Tensione di ingresso nominale | 12 volt DC |
| Tensione di uscita nominale | 220 volt AC |
| Potenza di uscita continua | 150 watt |
| Potenza di uscita per 10" | 250 watt |
| Potenza di picco | 400 watt |
| Assorbimento a vuoto | 300 mA |
| Rendimento | 85-92 % |
| Forma d'onda di uscita | Modified Sinewave |
| Variazione della tensione di uscita | 5 % |
| Tipo di funzionamento | PWM a 50 KHz |
| Protezioni | corrente e temperatura |
| Soglia di intervento segnalazione acustica batteria scarica | 10,2 volt |
| Soglia intervento inibizione inverter per batteria scarica | 8,5 volt |
| Peso | 700 grammi |

distanziatori da avvitare al fondo del contenitore ed alla piastra per fissare quest'ultima al contenitore.

Sul frontale vanno montati il led di accensione e la presa di uscita, sul retro solamente le due boccole alle quali applicare la tensione della batteria.

Il circuito stampato da noi utilizzato è il frutto di lunghi studi e numerose prove; l'elevata frequenza in gioco e le notevoli correnti che fluiscono nel circuito possono facilmente dare luogo ad autoscillazioni parassite che si manifestano nei modi più strani.

Durante le prove abbiamo visto delle resistenze che, inspiegabilmente , prendevano fuoco o dei mosfet che "esplodevano" all'improvviso.

A poco a poco abbiamo rimediato a questi problemi spostando dei componenti o correggendo dei loop di massa. La versione proposta in queste pagine è quella definitiva, particolarmente stabile e senza alcun problema.

Da quanto fin qui esposto appare evidente che il master pubblicato *non deve essere assolutamente modificato*, pena l'insorgere di seri problemi di funzionamento.

Tutti i componenti possono essere reperiti in commercio ad eccezione del trasformatore elevatore che va autocostruito seguendo le indicazioni fornite in precedenza.

### PER ANDARE SUL SICURO

E' tuttavia possibile richiedere il kit completo dell'inverter (o solamente il trasformatore) alla ditta Futura Elettronica (V.le Kennedy 96, 20027 Rescaldina-MI tel. 0331/576139).

I componenti vanno montati sulla piastra seguendo la solita successione logica: prima quelli passivi e con profilo più basso seguiti dai condensatori elettrolitici e dai componenti attivi.

Nel montare questi elementi osservate attentamente la serigrafia in modo da evitare possibili inversioni. Per il montaggio degli integrati fate uso degli appositi zoccoli.

Per realizzare la bobina L1 è sufficiente avvolgere in aria una decina di spire con del filo di rame smaltato da 1,5 millimetri; le spire debbono essere accostate e il diametro della bobina può essere compreso tra 10 e 15 millimetri.

Per fissare i due mosfet è necessario utilizzare altrettanti set d'isolamento composti da viti in plastica o nylon e fogli di silicone isolante o mica. Il sensore di temperatura va fissato con una vite al dissipatore di calore.

Per ultimo montate e saldate il trasformatore di alimentazione prestando attenzione al corretto orientamento dello stesso.

Ultimato così il cablaggio della piastra non resta che verificare che tutto funzioni nel migliore dei modi.

### LA FASE DI COLLAUDO

Collegate dunque l'inverter ad una batteria a 12 volt utilizzando dei cavi di diametro adeguato, possibilmente non più lunghi di 50-100 centimetri.

Se tutto funziona correttamente, all'uscita potrete misurare una tensione alternata compresa tra 200 e 250 volt.

A questo punto è necessario regolare i due trimmer R43 e R23.

Il primo consente di centrare esattamente la frequenza della tensione alternata di uscita.

La frequenza può essere visualizzata mediante un frequenzimetro o un oscilloscopio: regolate attentamente il trimmer sino ad ottenere l'indicazione di 50 Hz.

Col trimmer R23 è possibile regolare con precisione la tensione di uscita.

A tale scopo, con l'inverter senza carico, regolate il trimmer sino ad ottenere una tensione di uscita di 230 volt.

Collegate quindi un carico di 100 watt ( una comune lampadina va benissimo) e verificate che la tensione scenda a circa 220 volt.

Aumentate il carico sino a 150 watt e verificate che la tensione si assesti sui 215 volt.

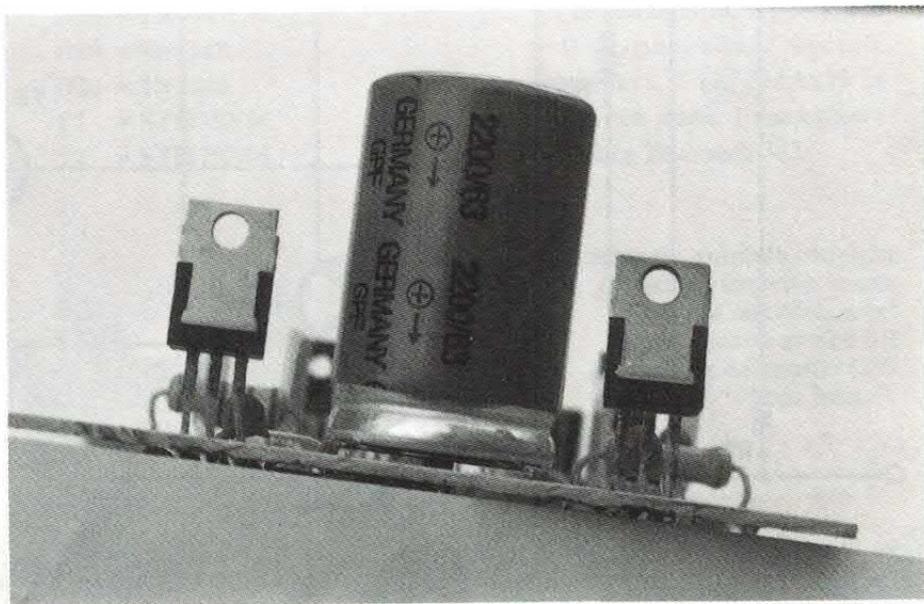
E' possibile aumentare ulteriormente il carico sino a 250 watt ma in questo caso la tensione scenderà a circa 200 volt.

Il circuito è in grado di sopportare questo sovraccarico per alcune decine di minuti prima che entri in funzione la protezione termica. □

# AMPLIFICATORE PER CHITARRA

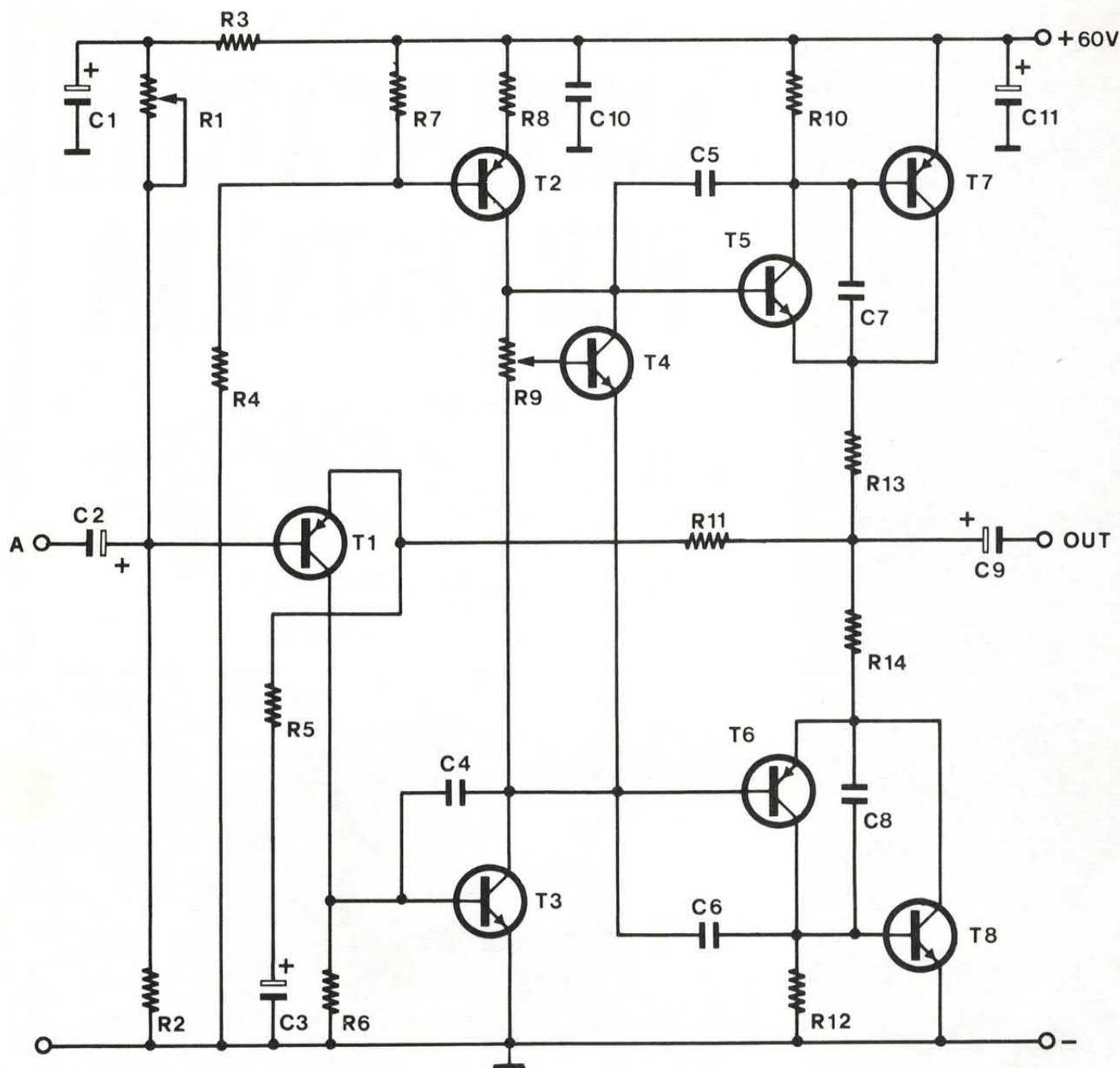
CHIUDIAMO LA DESCRIZIONE DELL'AMPLIFICATORE PER STRUMENTI MUSICALI, CON L'AMPLIFICATORE DI POTENZA: UN MODULO AD ALIMENTAZIONE SINGOLA CHE FORNISCE OLTRE 35 WATT R.M.S. AD UN ALTOPARLANTE DA 4 OHM.

**SECONDA PUNTATA**

di DAVIDE SCULLINO

**Avete già costruito l'alimentatore e l'amplificatore (fascicolo di giugno, ndr) per la vostra chitarra. È tempo ora di realizzare un buon finale. L'amplificatore, lo ricordiamo a beneficio di quanti non avessero acquistato il fascicolo precedente della rivista, è stato studiato per ascoltare in altoparlante il suono di chitarra e basso elettrico (o elettrificati) e tastiere elettroniche: cioè organo elettrico ed elettronico, pianoforte elettrico e digitale, sintetizzatore.**

**Il nostro amplificatore per strumenti funziona e si usa come uno di quelli che si comperano nei negozi di articoli per la musica; certo non si chiama Yamaha o Marshall (marche di prodotti di qualità indiscutibile) però si difende bene, perché offre, oltre ad un suono senza troppi difetti, le funzioni indispensabili per un apparato del genere: controlli di tonalità, volume, ingressi separati per pick-up e tastiere.**

**Inoltre dispone di un semplice distorsore inseribile ed escludibile mediante un semplice deviatore. Si tratta di un effetto «fuzz», cioè un**

# schema elettrico

distorsore che taglia simmetricamente le cime del segnale musicale, ovvero squadra quest'ultimo. Il distorsore l'abbiamo inserito nell'amplificatore pensando principalmente a chi suona la chitarra elettrica.

La volta scorsa ci siamo occupati del preamplificatore, che è la parte dell'amplificatore che contiene tutti i controlli compreso il distorsore «fuzz»; abbiamo spiegato ampiamente possibilità, pregi e difetti del circuito. Ora chiudiamo l'argomento descrivendo l'amplificatore finale, che è poi la parte del dispositivo a cui è affidato il compito di rendere udibile in altoparlante il suono del proprio strumento musicale.

Il finale è un circuito semplice e nel contempo robusto; funziona ad alimentazione singola, è interamente realizzato a transistor bipolari, e può erogare una potenza massima di 40 watt ad un carico di 4 ohm di impedenza. Impiegando un altoparlante da 8 ohm la potenza di uscita ottenibile è la metà: circa 20 watt effettivi.

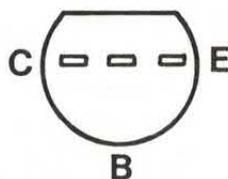
La potenza massima è riferita ad un'alimentazione di 60 volt (in continua) mentre con i 55 volt ottenibili da un trasformatore con secondario da 40 Veff. (trasformatore che abbiamo consigliato nel fascicolo precedente parlando dell'alimentatore) si riesce a «tirare fuori» una potenza di oltre 35 watt R.M.S. su un altoparlante da 4 ohm.

L'amplificatore finale è stato studiato per essere collegato all'uscita del preamplificatore pubblicato il mese scorso, quindi la sensibilità del suo ingresso è adeguata al livello di uscita del preamplificatore.

Questo lo vedremo meglio studiando lo schema elettrico del finale, schema che trovate in queste pagine. Diamogli un'occhiata: si tratta di un circuito classico, perciò semplice e di sicuro funzionamento. Impiega 8 transistor bipolari ed ha l'uscita a simmetria complementare.

## LO STADIO DI INGRESSO

Esaminiamo il tutto nei dettagli: il segnale applicato all'ingresso viene amplificato dal T1, che funziona principalmente da amplificatore di tensione. Il segnale amplificato dal T1 e disponibile sul suo collettore pilota la base di un secondo stadio amplificatore: T3, un NPN di media potenza di tipo BD139, che amplifica il segnale presentandolo alla base del pilota (T6) del finale riservato alle semionde negative.

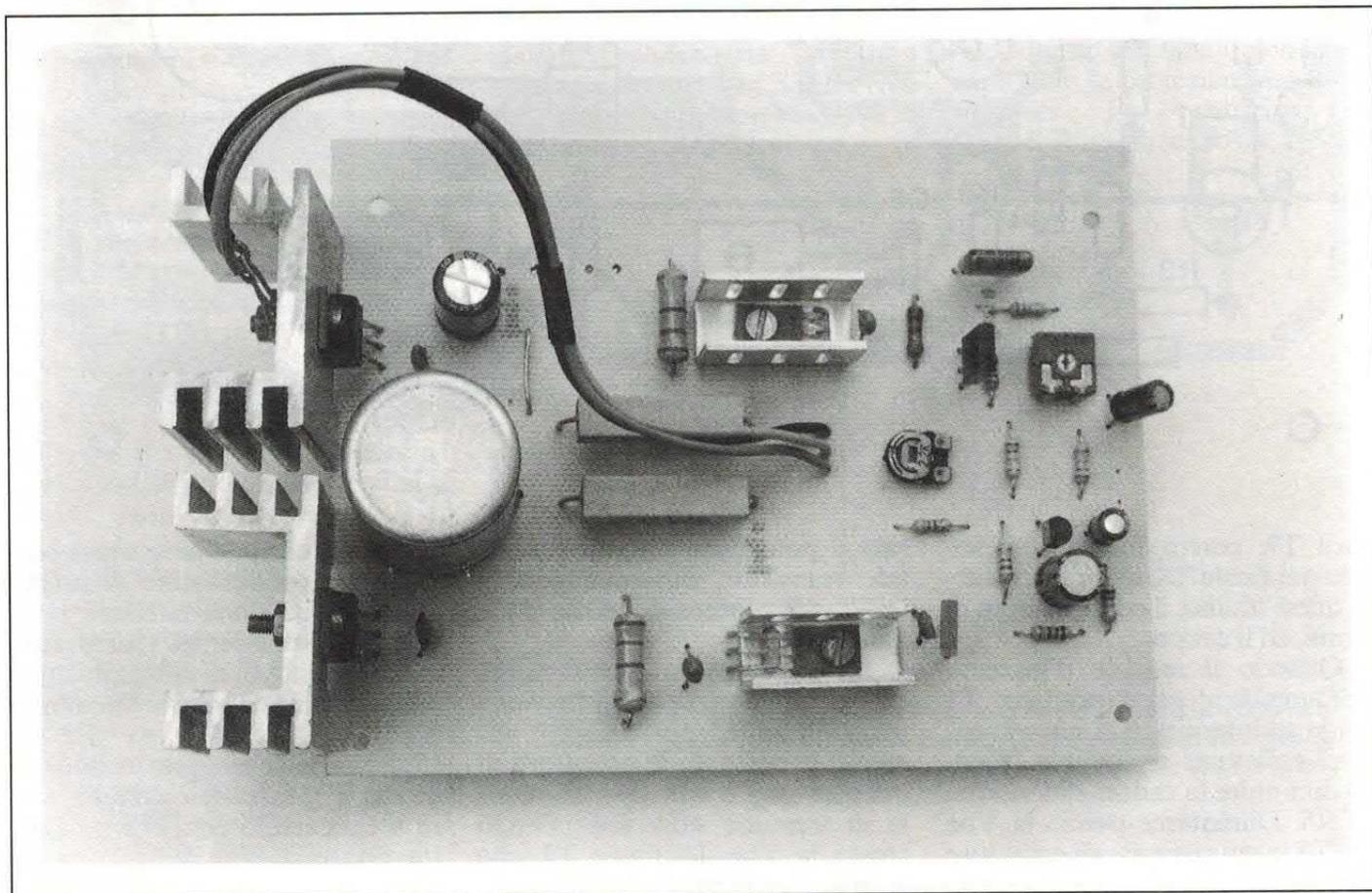
Il particolare collegamento del T2 con R9 e T4, e con T3, permette di portare un segnale in fase con quello del collettore di quest'ultimo alla base dell'altro tran-

**Piedinatura del BC557B (visto da sotto). Il transistor va montato come si vede nella foto a fondo pagina.**

sistor pilota: T5. T2 funziona da generatore di corrente costante, e l'abbiamo inserito perché faccia da carico di collettore del T3; avremmo potuto usare una resistenza, però nelle semionde positive, quando T5 e T7 lavorano più degli opposti T6 e T8, la corrente assorbita dalla base del T5 farebbe aumentare la caduta di tensione su tale resistenza, riducendo l'ampiezza delle semionde positive, determinando quindi una distorsione del segnale di uscita.

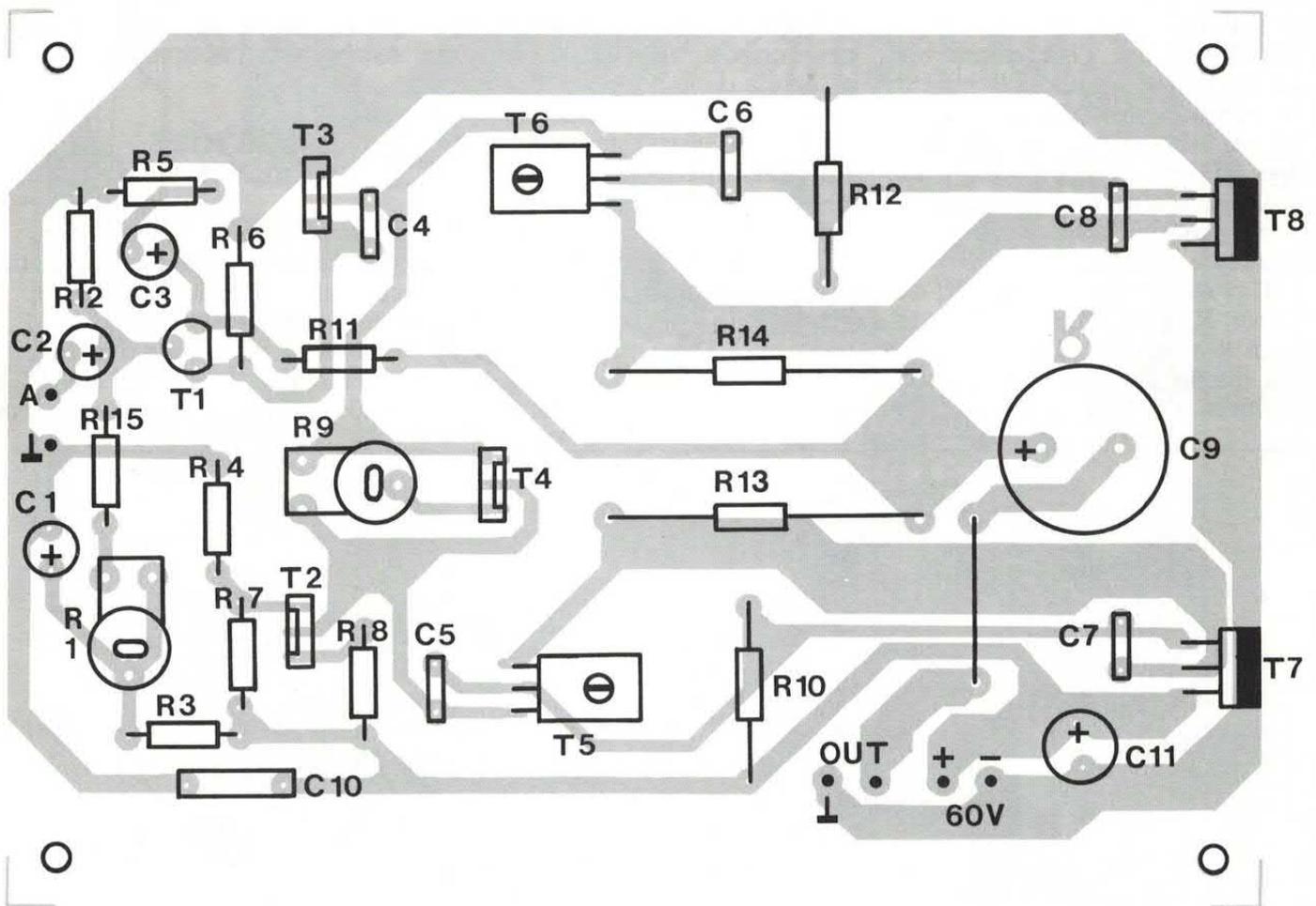
Possiamo capire bene la cosa se consideriamo come funziona T2: quando il segnale d'ingresso è negativo il T1 va maggiormente in conduzione (T1 è polarizzato a riposo mediante R1, R2, R3, R15) e la sua corrente di collettore aumenta facendo aumentare la caduta sulla resistenza R6; ciò significa che aumenta la Vbe (tensione base-emettitore) del T3, la cui corrente di collettore perciò aumenta.

Se T2 può erogare una corrente costante, quella che non può avere da questo il T3 la preleva dalla base del T6, il quale perciò va maggiormente in conduzione rispetto alla condizione di riposo. Aumenta quindi la corrente di collettore del T6 e con essa la Vbe del T8, il quale va maggiormente in conduzione e fa scaricare su di sé il condensatore di uscita, determinando una tensione negativa all'uscita dell'amplificatore, ovvero ai capi dell'altoparlante.

## IL GENERATORE DI CORRENTE

Poiché T2 può erogare una corrente di valore costante, la maggior richiesta da parte del T3 determina anche una diminuzione della corrente di base del T5, il quale tende ad interdirsi, e così

**COMPONENTI**

**R 1 = 220 Kohm trimmer**
**R 2 = 220 Kohm**
**R 3 = 150 Kohm**
**R 4 = 27 Kohm**
**R 5 = 150 ohm**
**R 6 = 820 ohm**
**R 7 = 1 Kohm**
**R 8 = 270 ohm**
**R 9 = 2,2 Kohm trimmer**
**R10 = 120 ohm 2W**
**R11 = 4,7 Kohm**
**R12 = 120 ohm 2W**
**R13 = 0,22 ohm 4W**
**R14 = 0,22 ohm 4W**
**R15 = 27 Kohm**
**C 1 = 4,7 µF 63Vl**
**C 2 = 4,7 µF 35Vl**
**C 3 = 100 µF 35Vl**
**C 4 = 56 pF**
**C 5 = 220 pF**
**C 6 = 220 pF**
**C 7 = 390 pF**
**C 8 = 390 pF**
**C 9 = 2200 µF 63Vl**
**C10 = 100 nF 100Vl poliestere**
**C11 = 100 µF 63Vl**
**T 1 = BC557B**
**T 2 = BD140**
**T 3 = BD139**
**T 4 = BD139**
**T 5 = BD139**
**T 6 = BD140**
**T 7 = BD712**
**T 8 = BD711**

**Le resistenze fisse, salvo quelle per cui è specificato diversamente, sono da 1/4 di watt con tolleranza del 5%.**

pure T7; perciò scorre corrente solo nel finale T8, quindi attraverso quest'ultimo, il condensatore di uscita, ed il carico.

Quando il segnale d'ingresso dell'amplificatore è positivo, T1 tende ad interdirsi e la sua corrente di collettore diminuisce facendo diminuire la caduta di tensione su R6. Diminuisce perciò la Vbe del T3 la cui corrente di collettore si riduce progressivamente; perciò sale il potenziale di collettore di tale transistor, determinando la progressiva interdizione del T6 e quindi del T8.

La corrente non richiesta dal T3 va nella base del T5, che viene maggiormente polarizzato; aumenta la corrente di collettore di quest'ultimo e con essa la caduta di tensione sulla R10. Perciò cresce la Vbe del finale T7, che va maggiormente in conduzione. Questa situazione fa scorrere corrente nel condensatore di uscita, determinando una tensione positiva sull'altoparlante. La corrente va dal positivo di alimentazione all'altoparlante, perché l'aumento del potenziale del «+» del C9 (forzato dalla maggior conduzione del T7) forza tale condensatore a caricarsi, e quindi a farsi attraversare da una certa corrente elettrica.

Insomma, dovrebbe essere chiaro come funziona l'amplificatore e quanto sia importante il generatore di corrente costante che fa capo a T2. Con l'occasione avete visto anche come funziona l'intero amplificatore in presenza di segnale in ingresso, positivo o negativo.

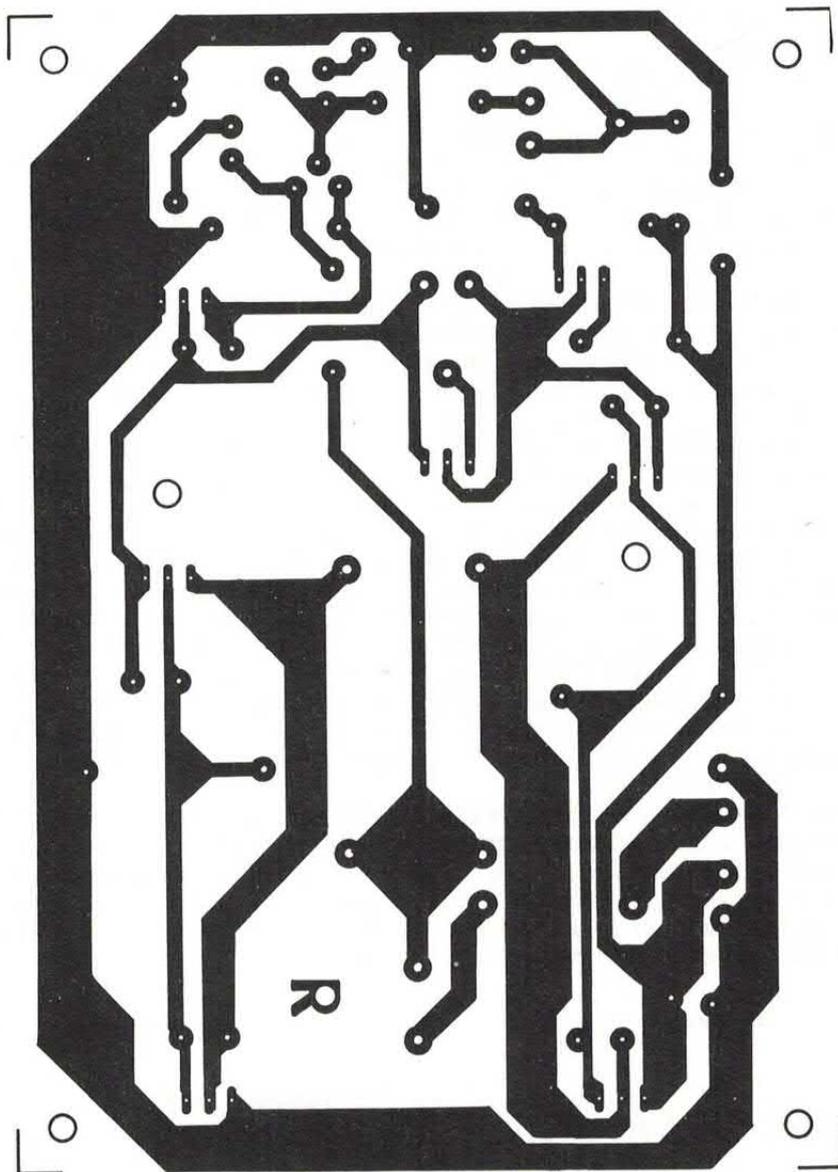
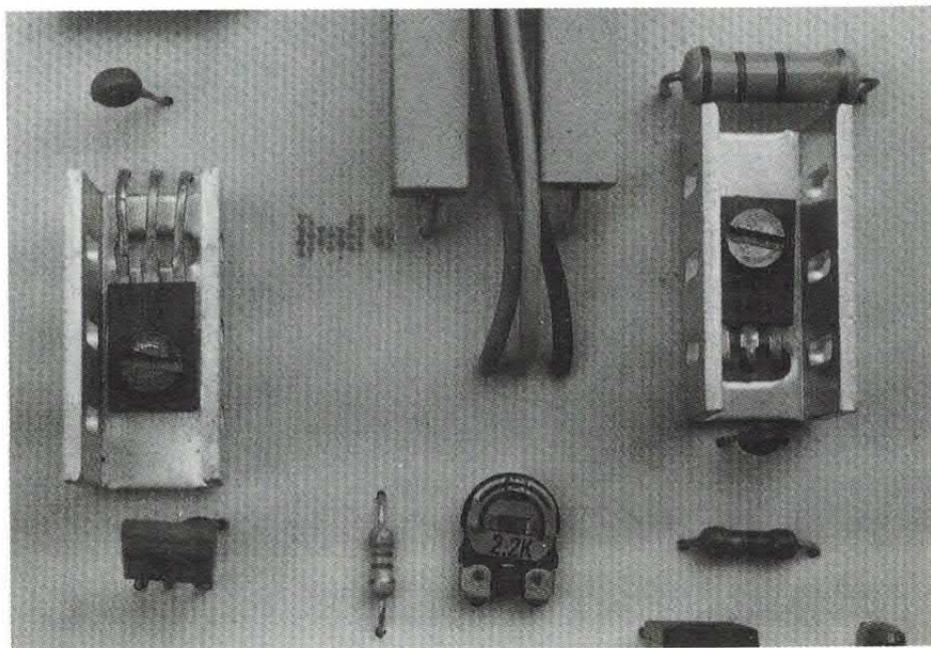
Tutti i transistor che elaborano il segnale sono polarizzati a riposo per evitare che sia il segnale a doverlo fare, subendo una distorsione inaccettabile. La polarizzazione tuttavia deve essere controllata, soprattutto per ciò che riguarda i transistor finali, i quali sono collegati ai capi dell'alimentazione.

## IL SENSORE DI TEMPERATURA

Sappiamo che per effetto della temperatura la corrente di collettore di un transistor bipolare aumenta in una certa misura; aumentando la corrente però aumenta la dissipazione di potenza, quindi la temperatura delle giunzioni. Ed ecco che un aumento della temperatura forza un nuovo aumento di corrente, e così via in un ciclo che se non viene arrestato porta alla distruzione del componente.

Per evitare la distruzione dei finali per deriva termica (così si chiama il fenomeno appena descritto) abbiamo utilizzato il transistor T4 (ecco a cosa serve!) che una volta montato l'amplificatore va posto a contatto termico con uno dei finali. Al crescere della temperatura aumenta la corrente di collettore del T4, che perciò viene sottratta alle basi dei piloti T5 e T6, che diminuiscono pertanto il grado di polarizzazione dei finali.

Naturalmente la riduzione non è progressiva ma si verifica solo se la temperatura dei finali aumenta, perciò l'effetto del T4 è la stabilizzazione della loro corrente di riposo, quindi della loro temperatura.

Già che l'avevamo, T4 l'abbiamo utilizzato anche per regolare la corrente a riposo dell'intero amplificatore, ovvero il suo grado

**Traccia lato rame della basetta (in scala 1:1). Per il montaggio dei componenti vale la figura della pagina accanto. Ricordate di montare T5 e T6 su dissipatori da almeno 15°C/W.**

## COME ASSIEMARE L'AMPLIFICATORE

**Montati e collaudati i singoli circuiti bisogna collegarli insieme per realizzare l'amplificatore per strumenti musicali. I collegamenti da eseguire sono i seguenti: i punti «A» di preamplificatore e finale vanno uniti usando un pezzetto di cavo schermato coassiale, la cui maglia metallica va collegata a massa; per esempio ai punti di massa vicini agli «A» sugli stampati di preamplificatore e finale.**
**Per l'alimentazione, i punti «+» e «-» 15V vanno collegati ai rispettivi del preamplificatore, usando due pezzi qualunque di filo elettrico. I punti «+» e «-» 60V vanno collegati, mediante pezzi di filo elettrico da almeno 1 mm quadro di sezione, ai rispettivi dello stampato del finale.**
**L'altoparlante va collegato al finale, mediante i rispettivi punti (il positivo va al condensatore di uscita, mentre il negativo va collegato a massa) usando due pezzi di filo di sezione pari almeno ad 1 mm quadro; va benissimo uno spezzone di piattina polarizzata (rosso-nera) per casse.**
**Gli ingressi del preamplificatore vanno collegati ciascuno ad una presa jack da pannello da 6,3 mm, usando spezzoni di cavo schermato coassiale; il conduttore centrale va alla lamella (della presa jack) che tocca la punta dello spinotto jack, mentre lo schermo va alla boccola della presa.**
**Per evitare disturbi consigliamo di montare le prese su un pannello isolato dalla massa dei dispositivi (preamplificatore, finale, alimentatore, tanto è una sola...) che compongono l'amplificatore. Sarebbe inoltre buona cosa isolare una dall'altra le prese jack, magari montandole ciascuna su una scatoletta metallica collegata alla massa del rispettivo cavetto schermato.**
**Il tutto può essere racchiuso in una scatola costruita con legno truciolare dello spessore di 1,2 mm, aperta sul retro; sul pannello frontale si monta l'altoparlante (facendo un foro di dimensioni adeguate) e in alto si sistemano i comandi del preamplificatore, le prese jack, e l'interruttore di accensione (da porre in serie ad uno dei fili che alimentano il primario del trasformatore di alimentazione).**

**Per alimentare lo stadio finale ed il preamplificatore abbiamo previsto un alimentatore a due tensioni di uscita; il circuito è stato descritto nella prima puntata (Elettronica 2000, giugno 94) dell'articolo.**

di polarizzazione indispensabile ad evitare la distorsione d'incrocio. Infatti mediante il trimmer R9 si può regolare a piacimento (entro certi limiti, s'intende) la tensione base-emettitore del T4, e quindi la sua corrente di collettore.

### LA CORRENTE A RIPOSO

Inequivocabilmente ciò permette di regolare indirettamente la differenza di potenziale tra le basi dei piloti T5 e T6, quindi la corrente di riposo degli stessi e dei finali.

Bene, arrivati a questo punto possiamo ritenere completata la descrizione dello schema dell'amplificatore; per far bene le cose vediamo l'ultimo dettaglio, cioè la rete di retroazione, che gioca un ruolo determinante: per stabilire il guadagno in tensione, e per assicurare stabilità e linearità all'amplificatore.

La rete di retroazione è com-

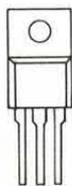
**BD139 e BD140 (lato scritte).**

posta dalle resistenze R5 ed R11, e dal condensatore C3; si tratta di una retroazione negativa, poiché viene retrocesso segnale in fase con quello con cui viene fatto il confronto. La retroazione serve a limitare il guadagno dell'amplificatore, pertanto assicura un buon grado di stabilità.

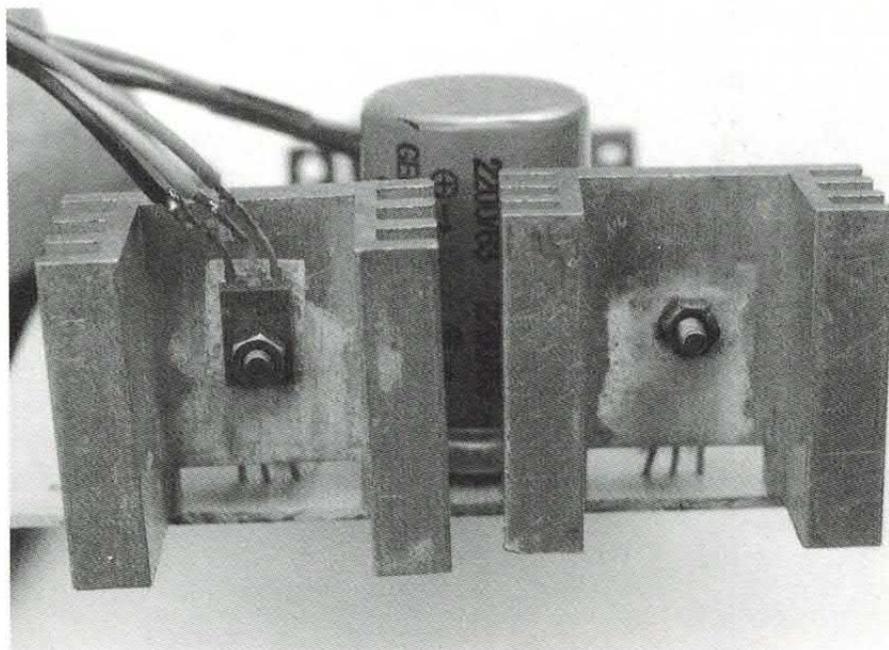
Agisce sul transistor T1, che, lo vediamo ora, svolge la duplice funzione di amplificatore d'ingresso ed elemento dell'anello di retroazione. Il funzionamento della retroazione è il seguente: quando in ingresso il segnale è positivo, la tensione di uscita è anch'essa positiva; cioè l'amplificatore resti-

tuisce in uscita un segnale che, se pur amplificato, è in fase con quello d'ingresso.

In presenza di segnale di frequenza entro la banda passante il condensatore C3 è praticamente un cortocircuito (la sua reattanza è trascurabile rispetto al valore della R5) e la R5 fa partitore con la R11; sull'emettitore del T1 torna un segnale (che viene dall'uscita) in fase con quello d'ingresso, che perciò ostacola quest'ultimo.

Ci spieghiamo meglio: se il segnale d'ingresso è crescente (ad esempio sul fronte di salita della semionda positiva di un'onda sinusoidale) T1 tende all'interdizione; il potenziale di collettore del T3 aumenta e T5 va maggiormente in conduzione facendo «aprire» T7. La tensione di uscita dell'amplificatore diventa sempre più positiva e giunge, in parte, all'emettitore del T1.

**BD711 e BD712 (lato scritte).**

Questa situazione si oppone all'interdizione causata dal segnale d'ingresso, poiché il segnale positivo di uscita tende ad alzare il potenziale di emettitore di T1 contrastando l'effetto del segnale d'ingresso, anch'esso in aumento. Perciò la corrente di collettore di T1 non può aumentare più di tanto, e T3 non arriva ad interdirsi.

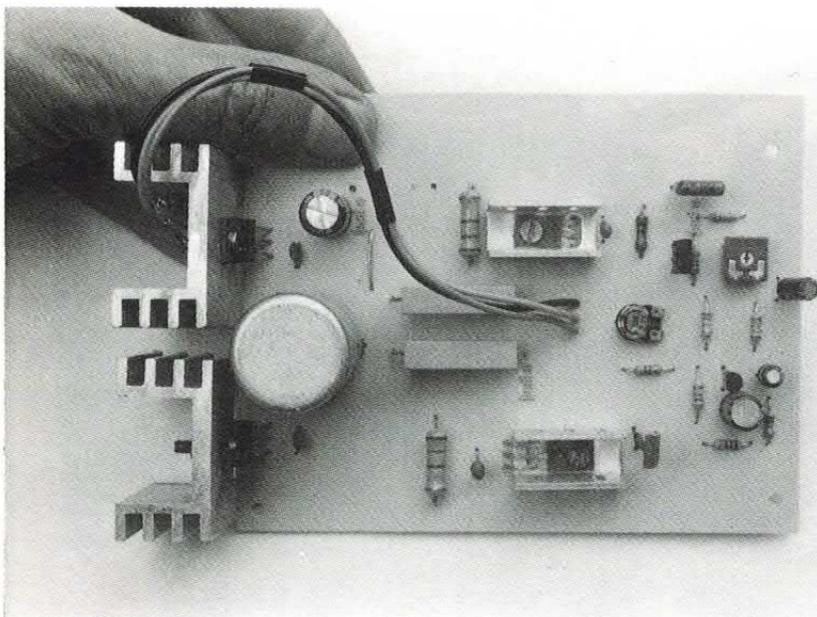
Insomma, la tensione di uscita non può salire più di tanto. Di quanto sale, ovvero quanto amplifica il circuito, dipende dalla tensione riportata da R11-R5: più è alta in proporzione all'ampiezza del segnale di uscita, minore è l'amplificazione dell'amplificatore. Al contrario, minore è la porzione di segnale di uscita che arriva al T1, più amplifica il circuito. Infatti se si toglie R11, quindi non giunge segnale di uscita a T1, l'amplificazione del circuito è la massima possibile.

**Il transistor T4 va montato in contatto termico con il dissipatore (o uno dei dissipatori) dei finali, collegandolo ai rispettivi punti dello stampato con corti spezzoni di filo. Naturalmente il suo lato metallico va isolato con un foglietto di mica.**

## REALIZZAZIONE E COLLAUDO

Dunque, esaurito l'argomento teorico è il momento di pensare a come costruire l'amplificatore.
Per l'occasione mettiamo a disposizione tutto ciò che può essere utile, almeno a livello d'informazione: la traccia del circuito stampato a grandezza naturale, la lista e la disposizione dei componenti.

Una volta realizzato lo stampato il montaggio deve iniziare inserendo e saldando le resistenze, cominciando da quelle da 1/4 di watt. Prima di montare le resistenze di potenza consigliamo di montare i due trimmer: ricordiamo che quello da 220 Kohm va in serie ad R15, mentre quello da 2,2 Kohm va vicino ai fori relativi a T4; non sbagliate perché altrimenti sono guai...

## QUALE ALTOPARLANTE

**L'amplificatore richiede un altoparlante per strumenti musicali di potenza non minore di 35 watt R.M.S. e delle dimensioni e caratteristiche (banda passante, efficienza...) che preferite. Occorre quindi usare uno di quegli altoparlanti che vengono definiti «full-range», ovvero a larga banda. Non vanno usati altoparlanti woofer o combinazioni di altoparlanti per hi-fi, perché spesso e volentieri richiedono l'impiego in cassa chiusa con determinati parametri che non valgono per tutti.**
**Per semplificare il montaggio conviene impiegare l'altoparlante in cassa aperta, ovvero far sì che la cassa sia la scatola in legno che accoglie anche i circuiti; questi ultimi possono essere fissati al fondo della scatola o ad un ripiano intermedio.**
**Altoparlanti per strumenti musicali se ne trovano e anche di marca: Philips, Ciare, RCF, Sipe; certo forse costano un po', però per fare le cose bene bisogna impiegare materiali di qualità.**
**Della Philips consigliamo: AD12202 (esiste da 4 ed 8 ohm) AD12672 (4 ed 8 ohm); buoni modelli Ciare sono M129.25CS/Fx-8 ohm, o M200.25CS/fx-8 ohm, o ancora M200.38CS/Fx-4 ed 8 ohm. Della RCF consigliamo i modelli L10CX1AK, L12CX2K, L10P15K, L12/31K. Infine della Sipe potete usare i tipi: ASC165/25.8 (solo 8 ohm) AWC200/35.4 (solo 4 ohm) AWC250/40.4 (solo 4 ohm).**

Le resistenze di potenza, cioè le 120 ohm e le 0,22 ohm, vanno montate tenendone il corpo sollevato di 2÷3 millimetri dalla basetta; ciò è indispensabile per permettere loro di smaltire il calore prodotto durante il funzionamento.

Dopo le resistenze si montano i condensatori, iniziando con quelli non polarizzati. Ricordate quindi di mettere nel verso giusto gli elettrolitici, che diversamente si guasteranno una volta alimentato l'amplificatore. Il condensatore di uscita (potete metterne senza problemi uno da 2200 µF o uno da 3300 µF, l'importante è la tensione di lavoro: 63 volt).

Sistemati i condensatori è la volta dei transistor: per il montaggio seguite le indicazioni date dalla disposizione componenti illustrata in queste pagine. T2 va inserito tenendone il lato metallico rivolto al trimmer R1, mentre T3 deve avere tale lato rivolto a C4.

T5 e T6 devono essere montati su piccoli dissipatori con resistenza termica di circa 15 °C/W, e vanno inseriti come vedete dalle foto e dal piano di montaggio componenti; in pratica il loro lato metallico va poggiato al rispettivo radiatore. Ogni transistor va quindi fissato con una vite 3MA (3 mm di diametro) con dado usando il foro previsto nello stampato.

I finali, cioè T7 e T8, vanno dotati ciascuno di un radiatore con resistenza termica di 7÷8 °C/W; si può anche prevedere un solo dissipatore per entrambi i transistor, che in tal caso deve essere da non più di 3,5 °C/W. Inoltre usando un solo radiatore occorre isolare i transistor con foglietti di mica (spalmati su entrambe le superfici per favorire lo smaltimento del calore) interposti tra le rispettive alette metalliche ed il corpo del radiatore stesso. Bisogna anche provvedere ad isolare mediante apposite rondelle le viti di fissaggio.

Insomma, bisogna assicurarsi (con un tester disposto come ohmmetro, a fine montaggio) che i collettori di BD711 e BD712 siano isolati elettricamente dal dissipatore.

Il T4 (BD139) va montato sul dissipatore unico dei finali, o, in caso di dissipatori singoli, su quello di uno dei due finali; chiaramente va isolato mediante un foglietto di mica, come fatto per i finali. T4 va fissato al dissipatore accostandolo dal lato metallico.

Per il collegamento alle rispettive piazzole dello stampato bisogna usare dei fili lunghi non più di 20 centimetri; attenzione naturalmente a non invertire i terminali, altrimenti. E attenzione anche a non farli toccare tra loro. Per il montaggio del T4 (sonda termica) seguite le foto del prototipo pubblicate in questo articolo.

Terminato e verificato il montaggio si può procedere alla taratura dell'amplificatore; allo scopo occorre procurarsi un tester da disporre alla misura di tensioni continue con fondo scala di 100 volt. Quindi si pone il cursore di R9 a metà corsa e lo stesso si fa con quello di R1.

Si collegano i punti «+» e «-» 60V ai rispettivi dell'alimentatore, si pone in cortocircuito (saldando un pezzetto di filo tra il punto «A» e massa) l'ingresso e si dà tensione all'alimentatore; si verifica che ci sia la tensione sulla linea di alimentazione, quindi si lascia a massa il puntale negativo del tester mettendo il positivo nel punto di unione di R13 ed R14.

Allora lo strumento deve segnare una tensione pari all'esatta metà di quella misurata sulla linea

di alimentazione (cioè se è 56 volt, in uscita bisogna leggere 28 volt); se la lettura dà un valore diverso bisogna intervenire sul cursore di R1 fino ad ottenere il valore giusto. Diciamo, a scanso di equivoci, che si possono ritenere accettabili valori che si discostino al limite di 0,5 volt rispetto al valore aspettato. Cioè con 56 volt di alimentazione va bene una lettura di 27,5 o 28,5 volt.

### LA TARATURA DELLA CORRENTE

Registrato R1 si stacca il tester dal circuito, si toglie tensione all'alimentatore e si estrae il fusibile dalla sua sede (sull'alimentatore); il tester va disposto alla lettura di correnti continue con portata di 200 o 500 mA fondo scala, ed inserito al posto del fusibile in modo che il puntale negativo stia sul capo che corrisponde al punto «+» di uscita dell'alimentatore.

Quindi si dà nuovamente tensione a quest'ultimo e si verifica che la corrente misurata stia tra 50 e 60 milliampére; se il valore è al di fuori di tale finestra occorre agire sul cursore di R9 (ruotare lentamente, perché la corrente potrebbe salire eccessivamente!) al fine di riportarlo nei limiti prescritti.

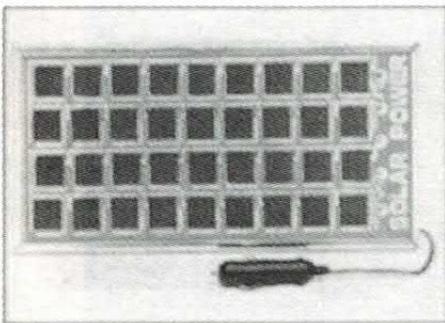
Attendete quindi un paio di minuti e se la corrente varia portandosi fuori dai limiti intervenite nuovamente sul cursore dell'R9. Quindi spegnete l'alimentatore, rimuovete il tester, e riponete il fusibile nel portafusibile.

Prima di rimuovere il cortocircuito dall'ingresso ridisponete il tester alla misura di tensioni (100 volt f.s.) e dopo aver rialimentato l'amplificatore verificate che la tensione tra l'unione di R13 ed R14 e massa sia ancora metà di quella di alimentazione; eventualmente provvedete, agendo su R1.

Il circuito è quindi pronto all'uso; si può rimuovere il cortocircuito all'ingresso (altrimenti non funzionerà) e provvedere al cablaggio con il resto del sistema. □

# news

## GRAZIE FRATELLO SOLE

L'estate, con il suo "solleone", è l'occasione buona per pensare ad un pannello solare per avere energia elettrica in quantità senza spendere una lira. Il pannello solare permette di ricavare energia elettrica dai raggi del sole, che nella stagione calda ci raggiungono con maggiore energia; energia che,

appunto, non costa nulla, poiché ...ci cade dal cielo!

Il solo costo è quello da sostenere per l'acquisto del pannello, ma poi tutto ciò che verrà sarà a costo zero. Marcucci (Vignate -MI- tel. 02/95360445) dispone di diversi tipi di pannello solare, al silicio amorfo e monocristallino, capaci di fornire differenti tensioni e correnti.

Il tipo più economico (costa circa 75.000 lire) fornisce 4 watt a 12 volt, cioé 350 mA di corrente, che possono servire ad alimentare una radio portatile o a caricare delle batterie per ricavare la tensione di rete da un inverter quando farà buio. Allo stesso scopo possono essere usati gli altri modelli, da 16 e 24 watt, che tra l'altro possono alimentare piccoli motori elettrici (per far funzionare, ad esempio, un ventilatore).

## TVC + VCR = COMBI

Prendete un TV color da 21" e un videoregistratore dotato di Turbodrive e uniteli in un apparecchio semplice, funzionale, di grande qualità, sofisticato nelle linee. Sono queste le caratteristiche di **Combi**, frutto della più avanzata

ricerca Philips in termini di design e tecnologia.

Il videoregistratore è integrato nella parte superiore del TV color in modo discreto, così da agevolare ogni operazione manuale eliminando, nel contempo, qualsiasi cavo visibile.

La presenza di due sintonizzatori separati permette all'utente di guardare un programma TV mentre è in corso la videoregistrazione di un altro programma, un menu indica sullo schermo il quadro completo dei programmi e delle funzioni disponibili.

Le operazioni sono effettuate per mezzo di un esclusivo telecomando a due facce, una per i programmi di fruizione quotidiana (TV e videoregistratore) l'altra per programmare le funzioni speciali (televideo, etc.).

## C & K MULTISENSORE

La C & K Systems (Europe) B.V. di Eindhoven, Paesi Bassi, ha sviluppato un nuovo rivelatore di movimento (DT 5360) il cui funzionamento si basa su un abbinamento della tecnologia delle microonde e di quella dell'infrarosso passivo, per la rivelazione di presenza di persone. Nei riguardi dell'avanzato rivelatore DT 5360 la C & K è titolare di cinque brevetti.

La tecnologia delle microonde permette la rivelazione di un qualsiasi movimento che avviene in un dato spazio, mentre quella dell'infrarosso passivo consente di rivelare le variazioni di temperatura.

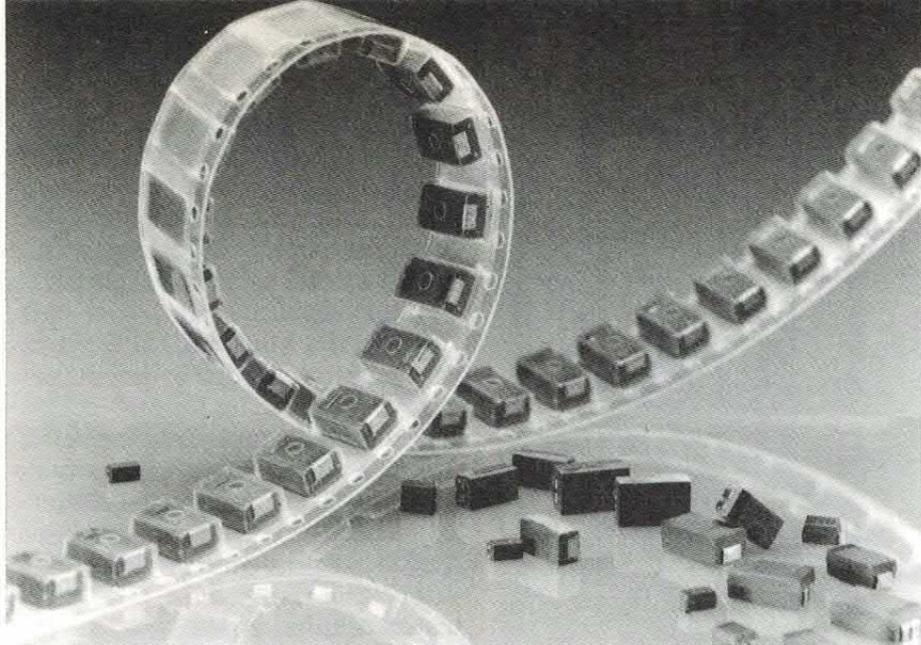
La tecnologia delle microonde impiegata per il rivelatore è stata sviluppata per poter seguire la tecnica dell'infrarosso passivo, e poterne ignorare il segnale fino a che il sistema all'infrarosso passivo riveli una variazione della temperatura dell'ambiente.

Come conseguenza il funzionamento del rivelatore tipo DT 5360 risulta più stabile di quello di un altro tipo di rivelatore basato su una singola tecnologia. I falsi allarmi sono quindi praticamente esclusi.

Il nuovo rivelatore è progettato per montaggio al soffitto e viene fornito in versione sporgente ed in versione incassata, ed inoltre si trova normalmen-

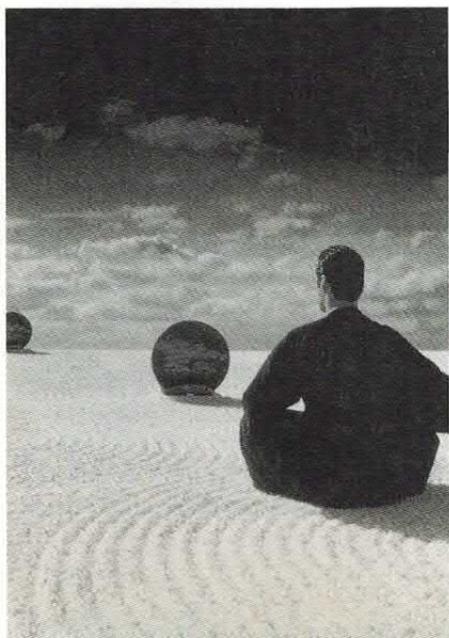
te fuori portata di possibili atti di vandalismo. Il DT 5360 presenta un campo di rivelazione di 360° ed un raggio di rivelazione di 15 metri. L'altezza del montaggio può variare da 2,5 a 5 metri. L'esclusivo sistema di specchi intercambiabili del rivelatore fornisce 72 zone ottiche in quattro strati e garantisce la massima sicurezza di funzionamento.

## CHIP TANTALIO A BASSA ESR

La Siemens Matsushita Components (S+M) ha realizzato una nuova serie di condensatori chip al tantalio (per SMD), adatti per impieghi in alimentatori, in particolare trasformatori DC/DC fino a 50 W, 250 kHz, e per apparecchi a basso consumo d'energia.

Una resistenza equivalente serie ridotta fino al 25%, rispetto ai valori standard tipici di questi condensatori, consente di diminuire le perdite di potenza e i tempi di carica e scarica del condensatore, che in questo modo meglio si adatta ai rapidi cambiamenti di carico del circuito ed all'assorbimento dei disturbi elettromagnetici in alta frequenza.

La serie è dimensionata per capacità da 3,3 μF a 100 μF e per tensioni da 4 a 50 V. I condensatori sono disponibili nei formati C e D e rispondono alle norme di Qualità CECC e IECQ.

## PHILIPS HIGH-DESIGN

Sempre più attenta a rispondere non solo alle esigenze, ma anche ai sogni di milioni di consumatori, Philips ha sviluppato nel Centro Design di Eindhoven nuovi prodotti ispirati alla filosofia dell'High Design, una modalità progettuale che punta a coniugare forma e funzioni, tecnologie e stile, prestazioni e semplicità d'uso. Prodotti per chi vuole nelle proprie case apparecchi innovativi, anche dal punto di vista estetico, e facili da usare.

**Sensuval** è un esempio concreto di questa filosofia. TV Color dalle eccellenti prestazioni, è soprattutto un oggetto affascinante, dalle forme avveniristiche, destinato a non passare inosservato e a sottolineare il gusto per il «diverso» e l'esclusivo, tipico delle giovani generazioni di consumatori.

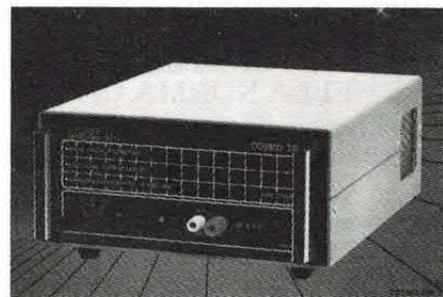
**Sensuval** è un apparecchio stereo da 21", con schermo in vetro scuro, piatto e di forma circolare.

L'audio stereo (2 x 10 W) è collocato in unica cassa acustica, dotata di un altoparlante da 5" e 2 tweeter da 2".

## SOLUZIONI PER ALIMENTARE

Cercate un buon alimentatore per il vostro laboratorio o vi serve una "scatoletta" per alimentare il walkman o il lettore CD portatile quando state in casa? Nella vasta gamma di prodotti K.E.R.T. c'é sicuramente quello che fa per voi. Potete scegliere tra diversi alimentatori stabilizzati a basso ripple, ad uscita singola e duale, fissa e con tensioni e correnti regolabili manualmente, protezioni contro il corto circuito, e strumenti a lancetta o digitali.

La gamma K.E.R.T. vi offre il robusto alimentatore ad alta potenza ad uscita fissa (tensione e corrente limitate) destinato all'alimentazione di elaboratori, ricetrasmettitori radio, eccetera, come quello per laboratorio a tensione e corrente regolabili finemente con strumentazione analogica, o quello duale, sempre da laboratorio, con tutte le regolazioni e strumentazione a display luminosi. Ci sono poi gli alimentatori con sola regolazione della tensione di uscita e strumentazione analogica o digitale, alimentatori multiuscita dotati di cavetto con le più comuni prese e spine usate nei registratori portatili, walkman, CDP portatili, radiosveglie, orologi, ecc.

Tutti gli alimentatori, eccetto quelli multiuscita, possono offrire correnti di

uscita che, a seconda del modello, vanno da 3 a 10 ampère; le tensioni sono invece comprese tra 0 e 30 volt.

Per maggiori informazioni e per conoscere il rivenditore più vicino a casa vostra contattate K.E.R.T., via P. Vigano' 21, Caerano di S. Marco (TV) tel. 0423/650707, fax. 0423/650385.

## TEMPERATURA ED UMIDITÀ INSIEME

Poterle misurare entrambe in un solo colpo non è male, soprattutto per chi deve eseguire spesso misure del genere: in ambienti per la conservazione o l'invecchiamento di prodotti alimentari, in locali dove funzionano delicati equipaggiamenti elettronici (computer, sistemi di controllo) o dove si depositano opere d'arte. Oggi è possibile e facile conoscere la temperatura ed il grado di umidità di un ambiente con uno strumento tanto piccolo quanto efficace: l'HT-3003 Lutron.

Si tratta di un termometro/igrometro che impiega come rilevatore una sonda a film plastico capacitivo.

Per maggiori informazioni chiamare la ditta Marcucci, tel. 02/95360445.

LABORATORIO

# LEAKAGE CURRENT TESTER

IN CIRCUITI DOVE LE RETI DI TEMPORIZZAZIONE IMPIEGANO RESISTENZE DI VALORE ELEVATO È IMPORTANTE UTILIZZARE CONDENSATORI A BASSA CORRENTE DI FUGA. IL NOSTRO TESTER PERMETTE DI VALUTARE SE IN UN CONDENSATORE TALE CORRENTE È NELLA NORMA OPPURE È DI VALORE ECCESSIVO.

di GIANCARLO MARZOCCHI

**Nel redigere le note costruttive di un qualsiasi apparato elettronico, si concede normalmente molto spazio alle informazioni ed agli aspetti tecnici riguardanti il corretto montaggio dei componenti attivi (diodi, transistor e integrati) che vengono utilizzati nel progetto. Mai una parola per i componenti passivi, resistenze e condensatori, eccezion fatta per gli elettrolitici per i quali ci si limita a sottolineare l'obbligatorietà di rispettare la polarità positiva e negativa del componente durante le operazioni d'inserimento sul circuito stampato. Eppure, dietro a tali anonimi componenti, si annidano spesso i guasti più subdoli e di difficile risoluzione.**

**Capita infatti che, un circuito montato alla perfezione, seguendo scrupolosamente le istruzioni fornite dal progettista, una volta data tensione non funzioni secondo le prerogative dichiarate o, peggio ancora, non funzioni affatto.**

Si controlla allora più volte la precisa disposizione dei componenti, la correttezza dei vari collegamenti, si cambiano transistor e integrati, ma alla fine ogni prova si rivela inutile.

Quando, sfiduciati, si è prossimi a gettare l'intero «ammasso» di componenti e fili nel cestino della spazzatura, si decide di effettuare l'ultimo, ennesimo tentativo: si sostituisce casualmente qualche condensatore e si giunge così a scoprire, in un elettrolitico fuori tolleranza o in perdita, la causa di tutti i guai.

Consci che quanto scritto corrisponde in alcuni casi a pura realtà, specialmente tra i neofiti che si apprestano a muovere i loro primi passi nell'affascinante mondo dell'elettronica, abbiamo pensato di pubblicare un progetto inedito di un utilissimo strumento da laboratorio che permette la misurazione della corrente di fuga (Leakage Current) dei condensatori elettrolitici.

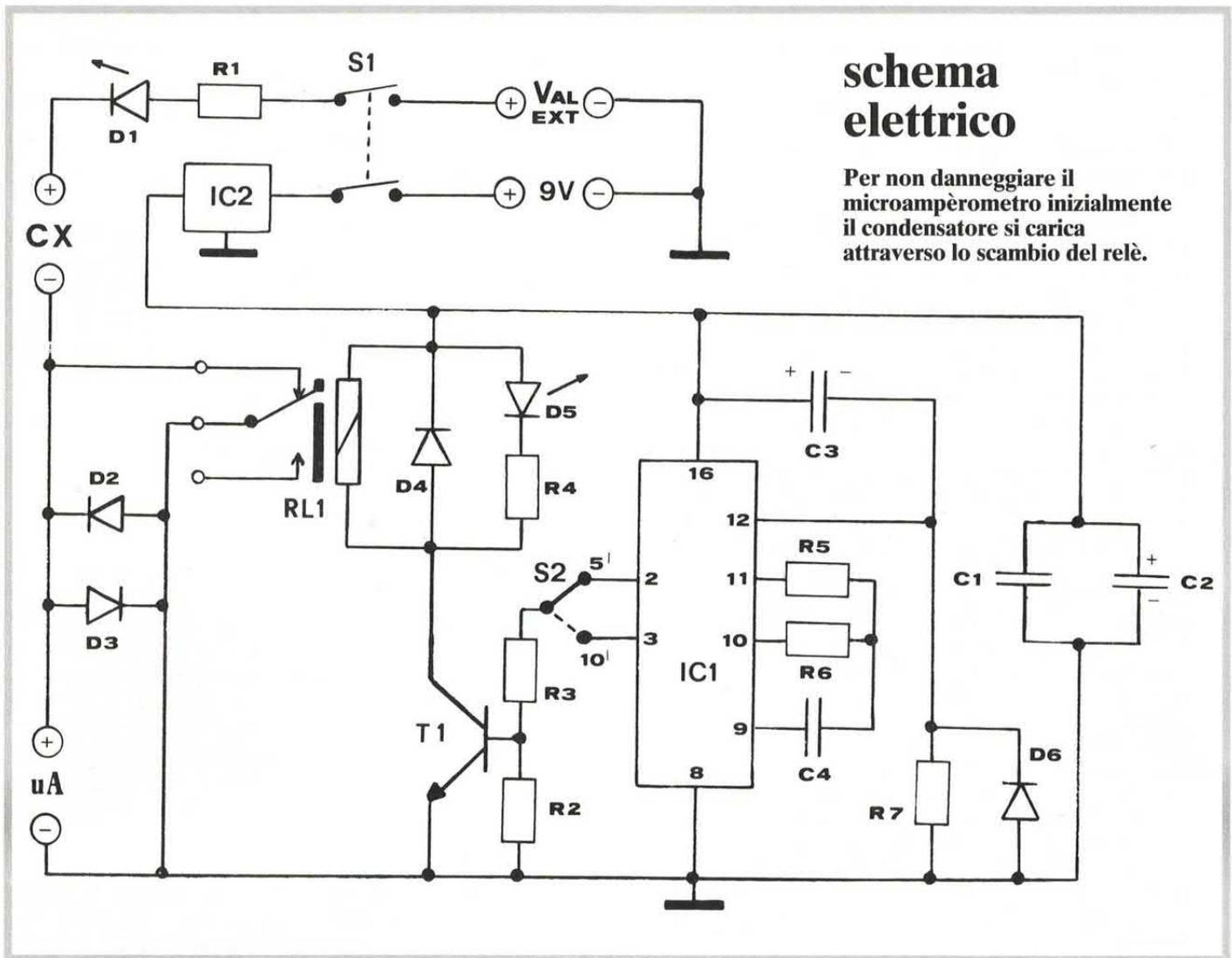
Questo è un parametro molto importante, assolutamente da non sottovalutare, perché se falsato può influenzare in modo negativo e determinante il regolare funzionamento di qualsiasi apparecchiatura elettronica.

Siamo sicuri che, dopo aver controllato i numerosi condensatori elettrolitici che riempiono i cassetti del vostro tavolo di lavoro, ci ringrazierete per avervi evitato dei possibili insuccessi, apparentemente inspiegabili, e comunque delle vive seccature nel corso della vostra proficua attività elettronica.

## ANALISI DEL PROGETTO

Com'è noto, un condensatore consiste essenzialmente di due superfici conduttrici, dette armature, separate da un materiale isolante chiamato dielettrico.

Un sistema così formato è capace di accumulare energia elettrostatica quando alle sue armature viene applicata una differenza di potenziale.

Si chiama capacità di un con-

## schema elettrico

**Per non danneggiare il microampèrometro inizialmente il condensatore si carica attraverso lo scambio del relè.**

densatore questa proprietà di immagazzinare cariche elettriche e la sua unità di misura è il farad (simbolo F) e sottomultipli (microfarad = µF = un milionesimo di F; nanofarad = nF = un millesimo di milionesimo di F; picofarad = pF = un milionesimo di milionesimo di F).

In generale, il valore della capacità è una grandezza fisica direttamente proporzionale all'estensione delle superfici delle armature e inversamente proporzionale allo spessore del dielettrico posto tra di esse.

I condensatori elettrolitici permettono di raggiungere alti valori di capacità, soprattutto quando la tensione di lavoro è bassa, con un modesto volume d'ingombro; valori che non si potrebbero ottenere con condensatori di altri tipi, a meno di non ricorrere a componenti di dimensioni proibitive.

Ciò è possibile sfruttando come dielettrico un ossido, generalmente di alluminio o di tantalio, che si forma su una delle armature nell'attimo iniziale di funzionamento di questi condensatori, per un processo di elettrolisi da cui deriva anche il nome di questo tipo di condensatori.

## LO STRATO DI OSSIDO

Lo strato di ossido prodotto ha uno spessore molto piccolo, compreso tra 0,01 e 1 micron (un millesimo di millimetro) e la capacità per unità di superficie delle armature risulta così assai elevata.

Nella reazione di ossidazione elettrochimica, lo spessore dello strato di ossido dipende strettamente dal valore della tensione di formazione (Vf) applicata tra le armature del condensatore.

Di conseguenza, la tensione di lavoro (Vl) degli elettrolitici deve necessariamente essere inferiore alla Vf, altrimenti, se fosse uguale o superiore, si avrebbe un aumento dello spessore della pellicola di ossido con una diminuzione di capacità o addirittura la rottura del dielettrico stesso.

Normalmente i costruttori ammettono una tensione di lavoro pari a Vl = 0,8 Vf.

Un'altra caratteristica elettrica molto importante, che viene sempre riportata nei data-sheet, è la corrente di fuga o di dispersione (Leakage Current), espressa in µA per µF.

Questo è un parametro molto importante perché fornisce una chiara indicazione sulla qualità del condensatore e, più esattamente, sulla bontà del dielettrico.

Tale corrente può essere considerata come la sommatoria di due correnti.

# GLI ELETTROLITICI

**Si è detto che un condensatore elettrolitico viene distinto dai condensatori ordinari non polarizzati per la natura del suo dielettrico, costituito da un sottilissimo strato di ossido attivo che si forma appena viene applicata al condensatore una differenza di potenziale.**
**Il condensatore elettrolitico, infatti, è formato da due armature di alluminio o di tantalio, separate non da un dielettrico, ma da una pasta conduttiva contenente sali scissi in ioni.**
**Quando all'armatura designata come anodo si fornisce una tensione di polarità positiva, all'interno del condensatore s'innesca una reazione chimica che produce intorno a questo elettrodo un notevole sviluppo di ossigeno che attacca il materiale costruttivo dell'armatura e lo ossida.**
**Da quest'istante, poiché l'ossido si dimostra un ottimo isolante, esso assume la caratteristica di dielettrico.**
**Affinche' questo processo possa avvenire correttamente è però indispensabile che la tensione si presenti sul condensatore con polarità esatta.**
**In caso contrario, si verifica un fenomeno elettrolitico inverso che tende a distruggere la pellicola d'ossido, lasciando passare un'enorme corrente che, surriscaldando per effetto Joule il condensatore, può persino farlo scoppiare a causa dell'elevata pressione che si viene a creare all'interno dell'involucro in seguito all'aumento di temperatura.**
**Si deve quindi prestare la massima attenzione nel connettere in un circuito utilizzatore i condensatori elettrolitici evitando di invertire le loro polarità.**
**Inoltre il valore della tensione di lavoro, sempre riportato sul contenitore del componente, non deve essere mai superato in quanto il dielettrico può facilmente deteriorarsi facendo aumentare considerevolmente la corrente di dispersione e, nel peggiore dei casi, perforarsi provocando un cortocircuito netto tra le due armature del condensatore.**
**Le ditte costruttrici, per cautela contro le sovratensioni di funzionamento o l'uso errato del condensatore, muniscono questo componente di una valvolina di sfogo (safety vent) che ovvia a qualsiasi sovraccarico elettrico.**
**Prima di concludere, due parole ancora sui condensatori elettrolitici al tantalio.**
**Oltre all'alluminio, anche il tantalio viene vantaggiosamente usato nella fabbricazione dei condensatori.**
**Le caratteristiche dello strato di ossido che questo metallo forma sono nettamente migliori rispetto a quelle dell'alluminio; infatti l'ossido di tantalio risulta più resistente agli agenti meccanici e corrosivi, inoltre il processo di riformazione è molto più breve e stabile nel tempo.**
**La vita media di questo tipo di condensatore è senz'altro maggiore di quella degli elettrolitici con dielettrico di alluminio.**
**Un altro rimarchevole vantaggio di questi componenti consiste nel rapporto capacità elettrica / volume.**
**Per farsi un'idea la grandezza CV/cm per l'alluminio vale 1000, per il tantalio 3000.**
**Nelle condizioni di normale funzionamento infine, il valore della corrente di dispersione nei condensatori elettrolitici al tantalio è appena di qualche decimo di microampere.**

La prima è causata dalla non perfetta uniformità della patina di ossido che si deposita sull'armatura positiva (anodo) del condensatore, il cui materiale di costruzione non è mai puro al 100 %, per cui l'isolamento di questo elettrodo dall'elettrolita (che rappresenta l'altra armatura, quella negativa o catodo, del condensatore) non è mai ideale e circola sempre una debolissima corrente nella cella elettrolitica così costituita. La seconda corrente, ancora più inevitabile, è quella richiesta per l'attivazione e il mantenimento dello strato di ossido.

Il valore complessivo della corrente di fuga aumenta sensibilmente con l'aumentare della temperatura di funzionamento del condensatore.

Alla temperatura di +70°C è di circa 10 volte più grande del valore tipico misurato a 20°C.

Analogamente il valore della capacità aumenta del 10 % quando la temperatura sale da +20°C a +70°C (diminuisce invece gradualmente da +20°C fino alla temperatura di –30°C).

## LE TEMPERATURE DI ESERCIZIO

Nei condensatori elettrolitici di uso standard, le temperature di lavoro ammissibili sono comprese tra –40°C e +80°C, ma possono estendersi, in applicazioni professionali e militari, tra –55°C e +125°C.

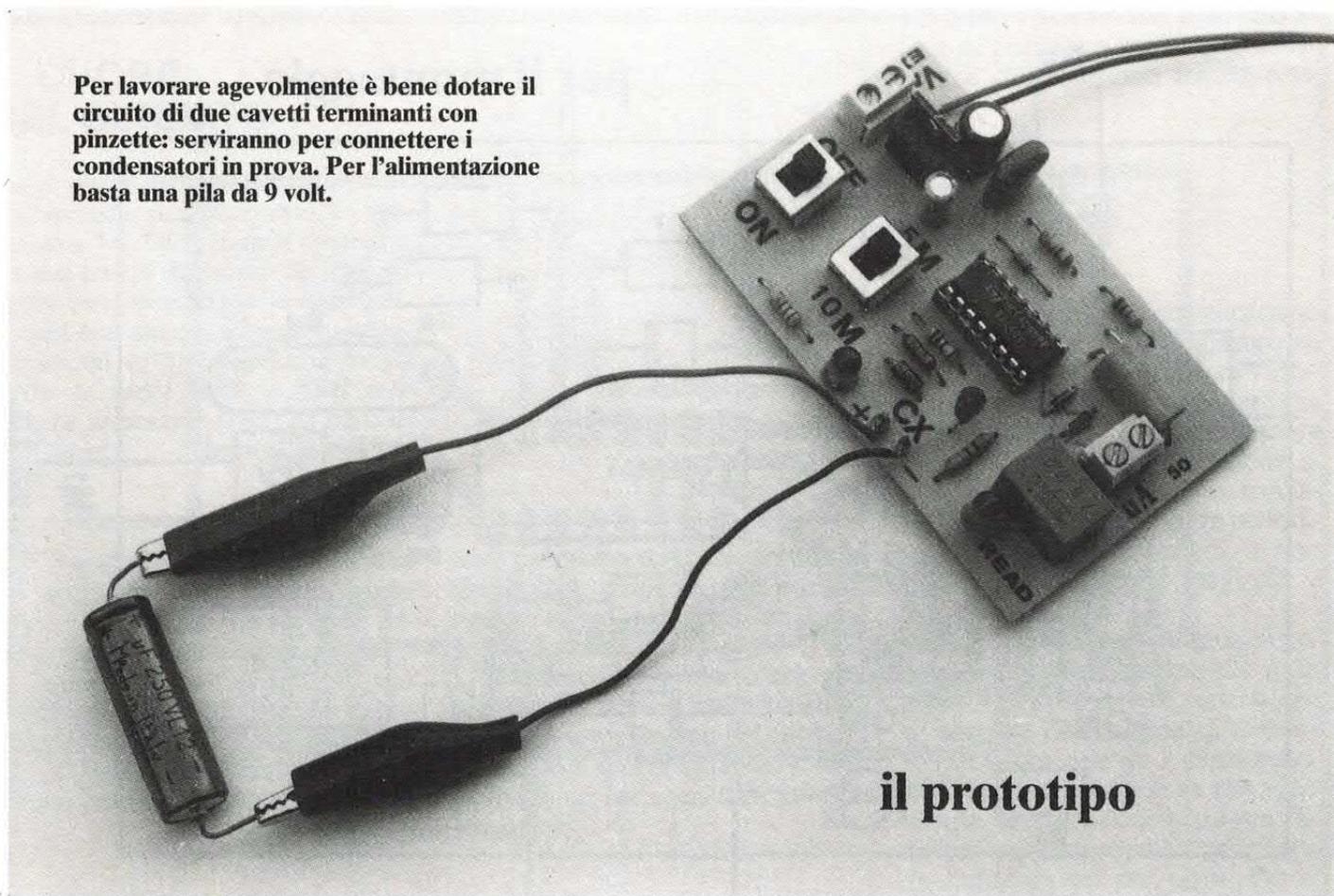
La corrente di fuga è anche proporzionale alla capacità del condensatore e alla tensione di funzionamento.

Nell'istante in cui si fornisce tensione al condensatore, il valore misurato della corrente di fuga è molto grande, ma tende, dopo qualche minuto, a stabilizzarsi su un valore minimo dipendente dalle condizioni di esercizio.

Per essere sicuri dell'efficienza di un condensatore, le misure che si eseguiranno con lo strumento proposto in queste pagine, dovranno fornire dei valori inferiori a quelli teorici calcolati facendo riferimento alla tabella illustrata in queste pagine.

È tuttavia necessario che la corrente di fuga venga misurata a temperatura ambiente (+20°C ÷ +25°C), dopo almeno 10 minuti dall'applicazione della tensione nominale sul condensatore, previo collegamento di una resistenza di 1000 ohm in serie al circuito di alimentazione. Per condensatori che abbiano avuto un periodo di inattività di oltre un anno, la misura deve essere eseguita solo dopo un adeguato precondizionamento effettuato alla tensione nominale per un tempo non inferiore ad un'ora.

Va subito detto che al nostro

**Per lavorare agevolmente è bene dotare il circuito di due cavetti terminanti con pinzette: serviranno per connettere i condensatori in prova. Per l'alimentazione basta una pila da 9 volt.**

modulo di misura devono essere abbinati: un tester universale, predisposto come microamperometro per correnti continue con portata 50-200 μA fondo scala; un alimentatore variabile regolato sulla tensione di lavoro del condensatore elettrolitico da controllare.

capacitivo del condensatore) e poi si spegne del tutto indicando l'avvenuta carica del componente.

Se il led in questione non dovesse spegnersi, significa sicuramente che il condensatore elettrolitico è difettoso; per cui, senza pensarci troppo su, si può concludere la prova riportando il deviatore S1 in posizione OFF. Come detto all'inizio dell'articolo, il rilevamento della corrente di fuga di un condensatore elettrolitico va effettuato solo dopo aver applicato sui suoi elettrodi una tensione continua di valore pari a quella nominale, per un periodo di 10 minuti.

| prodotto CV in microcoulomb (μF x V) | corrente di fuga massima tollerabile (μA) |
|---|---|
| $\leq 1000$ | 0,0008 CV + 1 |
| $> 1000$ | 0,0006 CV + 4 |

**Questi sono i valori limite della corrente di perdita dei condensatori elettrolitici, riferiti al prodotto capacità x tensione.**

Chiudendo il doppio deviatore S1, attraverso il led D1 e la resistenza limitatrice R1 si ottiene l'immediata carica del condensatore in esame CX. Tale evento è osservabile per via dello stesso diodo led D1, il quale emette inizialmente un lampo di luce (più o meno breve a seconda del valore

Il nostro apparecchio, tuttavia, prevede anche un'impostazione del tempo a 5 minuti per poter avere rapidamente una prima indicazione sull'entità delle perdite del condensatore elettrolitico.

## LA TEMPORIZZAZIONE

Il circuito di temporizzazione è realizzato dall'integrato CMOS 4060B, definito dai manuali tecnici come: 14-Stage Ripple-Carry Binary Counter/Divider and Oscillatore che, tradotto in italiano, significa: oscillatore accoppiato a contatore binario asincrono a 14 stadi in grado di dividere per due, quattordici volte, la frequenza dell'oscillatore.

Appena viene collegato alla linea di alimentazione, il condensatore C3 produce un impulso positivo di tensione sul piedino di reset (pin 12) di IC1, azzerando i contatori interni al chip, dopodiché la resistenza R7, forzando a massa lo stesso piedino, avvia il ciclo di conteggio dell'integrato.

## per il montaggio

Il gruppo RC, formato dalla resistenza R6 e dal condensatore C4, applicato tra i piedini 10 e 9 dell'integrato, stabilisce il valore della frequenza di clock dell'oscillatore CMOS, secondo la seguente formula:

$$f = \frac{1}{2,2 \times R6 \times C4}$$

Con i valori da noi utilizzati si ottiene una frequenza di circa 13,77 Hz.

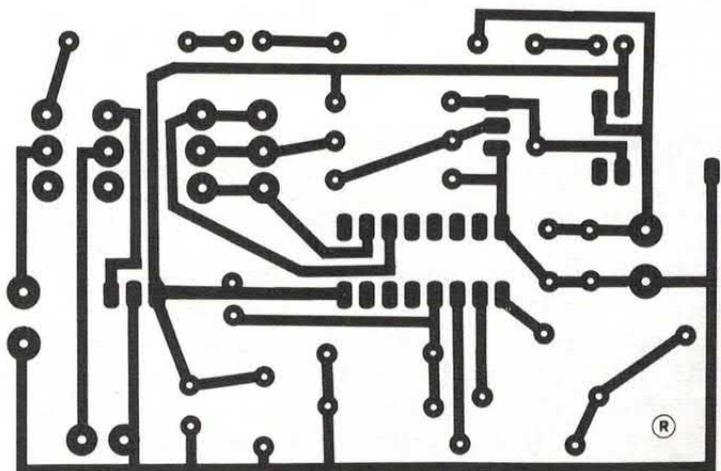
Questo però è solo un risultato teorico poiché bisogna tener conto della tolleranza dei componenti e della tensione di alimentazione.

Per il prosieguo dei nostri calcoli si assume un valore corrente di 13 Hz.

La frequenza di 13 Hz generata dall'oscillatore, viene allora divisa da una serie di divisori interni binari e ripresentata sui piedini d'uscita 7-5-4-6-14-13-15-1-2-3 di IC1, divisa rispettivamente per 16-32-64-128-256-512-1024-4096-8192-16384.

Pertanto sul piedino 2 si ha un cambiamento di stato logico dopo 5 minuti e sul piedino 3 dopo 10 minuti.

Infatti, dividendo il valore di 13 Hz per 8192 e 16384 si ottengono due frequenze di 0,0015869 Hz e 0,0007934 Hz, i cui periodi, in base alla formula T = 0,5 / f (0,5 perché si considera la durata dell'im-

## traccia rame

**Lato rame della basetta (in scala 1:1) per la fotoincisione.**

**COMPONENTI**

R1 = 1 Kohm 1/4 W - 5%
R2 = 1 Kohm 1/4 W - 5%
R3 = 4,7 Kohm 1/4 W - 5%
R4 = 470 ohm 1/4 W - 5%
R5 = 1 Mohm 1/4 W - 5%
R6 = 220 Kohm 1/4 W - 5%
R7 = 10 Kohm 1/4 W - 5%
C1 = 100 nF poliestere
C2 = 47 uF 16 Vl elettrolitico
C3 = 4,7 uF 16 Vl elettrolitico
C4 = 150 nF poliestere
D1 = LED rosso
D2 = 1N4150
D3 = 1N4150
D4 = 1N4002
D5 = LED verde
D6 = 1N4150
T1 = BC337
IC1 = HEF4060B
IC2 = LM7805
RL1 = relé miniatura
5-6 volt, 1 scambio
S1 = deviatore doppio
S2 = deviatore semplice

pulso positivo), risultano essere di 315 e 630 secondi.

Orbene, sul piedino 2 si riscontra un livello logico «1» (high) esattamente dopo 5 minuti e 15 secondi; sul piedino 3 dopo 10 minuti e 30 secondi.

Questi cambiamenti di stato, selezionati mediante il deviatore S2, innescano la conduzione del transistor T1 che, eccitando il rele' RL1, permette di collegare in serie al condensatore elettrolitico in prova il microamperometro M1.

## IL VALORE DELLA CORRENTE

Sul quadrante dello strumento si può così leggere il valore della corrente di fuga del condensatore.

La funzione dei due diodi al silicio D2 e D3 è solo quella di proteggere il microamperometro da eventuali sovraccarichi elettrici.

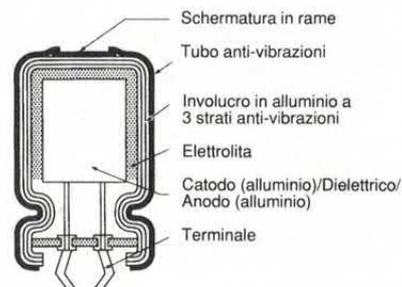
## NOTE COSTRUTTIVE

La realizzazione pratica del progetto prende le mosse dall'approntamento del circuito stampato, che deve essere ricavato da un'apposita basetta di bachelite o di vetronite, ricopiando fedelmente il disegno delle piste di rame pubblicato in scala 1:1.

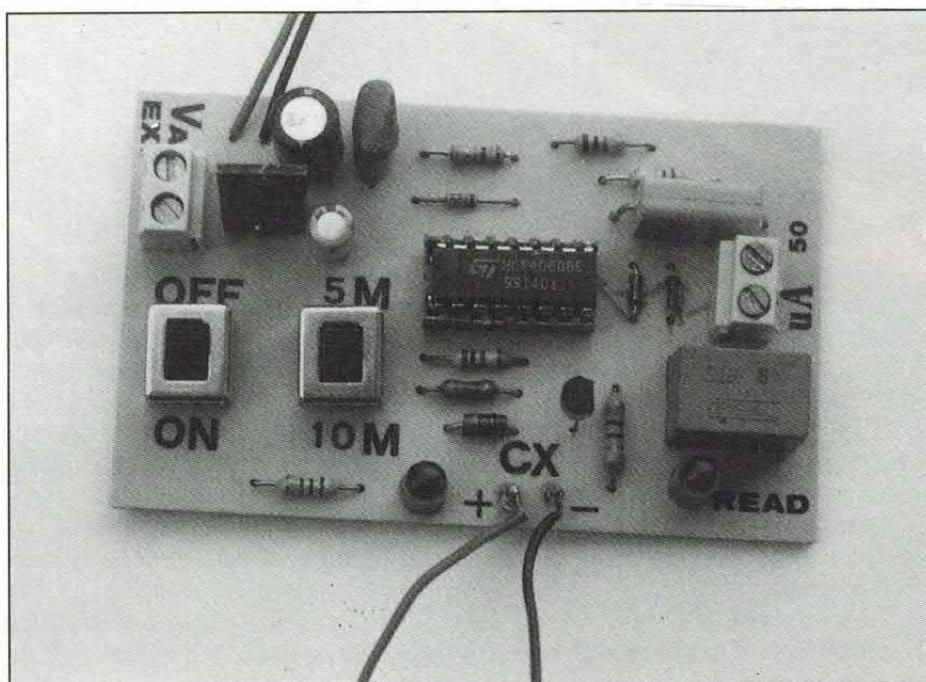
Prima di incidere la basetta ramata, occorre però controllare se la piedinatura del rele' che s'intende utilizzare è identica a quella prevista nel progetto.

In caso di incongruenza, è gioco forza apportare le dovute modifiche al disegno del circuito stampato.

Come al solito, si raccomanda di usare solo componenti elettronici di prima scelta e di sicuro funzionamento, badando di rispettare, durante le operazioni di montaggio, le polarità del condensatore elettrolitico e dei diodi, nonché il giusto verso d'inserimento degli integrati e del transistor NPN T1. Si fissano quindi le morsettiere per le connessioni del microamperometro e dell'alimentatore esterno e, subito dopo, i deviatori S1 e S2. Fatto ciò, il modulo di misura è pronto per l'uso e si può passare a valutare l'entità della corrente di fuga di un condensatore elettrolitico operando nel seguente modo:

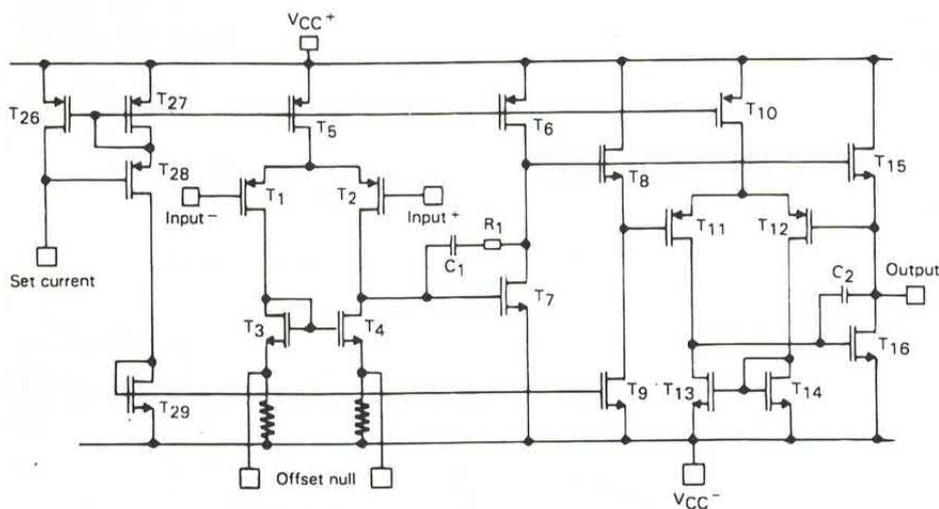
– commutare il deviatore S1 in posizione OFF;
– impostare, mediante S2, un tempo di 5 o 10 minuti;
– collegare e regolare l'alimentatore esterno sulla tensione di lavoro dell'elettrolitico;

**Elettrolitico in sezione.**

– collegare il microamperometro c.c. 50-200 µA f.s.;
– scaricare il condensatore da controllare e connetterlo con polarità corrette sulle prese – CX – del modulo;
– spostare il deviatore S2 in posizione ON (il led rosso D1 dopo un breve guizzo luminoso si spegne).

Trascorsi 5 o 10 minuti, si accende il led verde D5 segnalando l'avvenuto inserimento del microamperometro per la lettura diretta della corrente di fuga del condensatore elettrolitico.

□

# TESTER OPERAZIONALI

PER VERIFICARE ISTANTANEAMENTE LO STATO DEI PIÙ COMUNI INTEGRATI CONTENENTI SINGOLI E DOPPI OPERAZIONALI. INNESTATO NELL'APPOSITO ZOCCOLO L'AMPLIFICATORE DEVE OSCILLARE FACENDO ILLUMINARE IL RELATIVO LED; ALTRIMENTI È GUASTO. IL CIRCUITO È ADATTO ANCHE A CHI MUOVE I PRIMI PASSI NELL'ELETTRONICA, E FUNZIONA A PILE.

di MARGIE TORNABUONI

**Si sa come vanno le cose in laboratorio: si opera con fili «volanti», parti connesse provvisoriamente, componenti ammassati sulle basette sperimentali, ponticelli multipli, grovigli di cavetti e strumenti disposti in piedi sul tavolo di lavoro.**

**Non di rado avviene che due fili si tocchino accidentalmente per un istante, e che subito dopo si assista al malfunzionamento del circuito sotto tensione.**

**Quasi sempre i primi a lasciarci le «penne» sono i circuiti integrati che, meno di ogni altro componente, sopportano questo genere di maltrattamento.**

**Di conseguenza, se durante la costruzione di un'apparecchiatura elettronica ci si accorge di aver provocato un cortocircuito letale o una classica inversione di polarità sulla linea di alimentazione, le prime indagini devono essere subito rivolte agli integrati.**

Già, ma come si fà per provarli?

Se non ci sono segni evidenti di «carbonizzazione», ricorrere al fedele tester in questo caso non serve proprio a nulla, resta solo la strada del più vicino centro elettronico per rifornirsi di nuovi integrati.

A volte, tuttavia, la spesa si rivela inutile perché il guasto è annidato altrove.

Oltre al danno, ecco quindi la beffa di veder andare in fumo gli ultimi sudati risparmi, che sarebbero potuti servire per altre realizzazioni.

Da oggi però gli hobbisti non dovranno più angustiarsi: proponiamo infatti un praticissimo e geniale sistema di controllo dinamico per amplificatori operazionali.

Certo, il dispositivo non è paragonabile ai costosissimi e sofisticati analizzatori professionali di circuiti integrati, ma riveste ugualmente l'importante e specifica funzione di «checker» dei più noti integrati operazionali.

Si tratta di un semplice circuito che produce l'oscillazione dell'amplificatore sotto prova. La verifica è immediata.

## LA PROVA DEGLI INTEGRATI

Dopo aver inserito nello zoccolo giusto l'integrato, a seconda della sua tipologia (singolo o doppio operazionale) basta premere il pulsante di TEST: se l'amplificatore gode di buona salute il LED a cui è collegato inizia a lampeggiare vivacemente, segnalando la regolare oscillazione dello stadio.

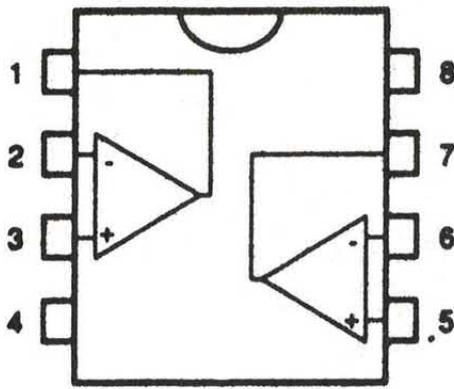
Se il diodo rimane spento, oppure emette una luce debole o fissa, l'integrato è da considerare guasto e può essere gettato nella pattumiera senza remore o rimpianti.

Naturalmente, non si possono eseguire misure più accurate e complete, ma l'esperienza insegna che quando un amplificatore è di-

fettoso si rifiuta di funzionare del tutto.

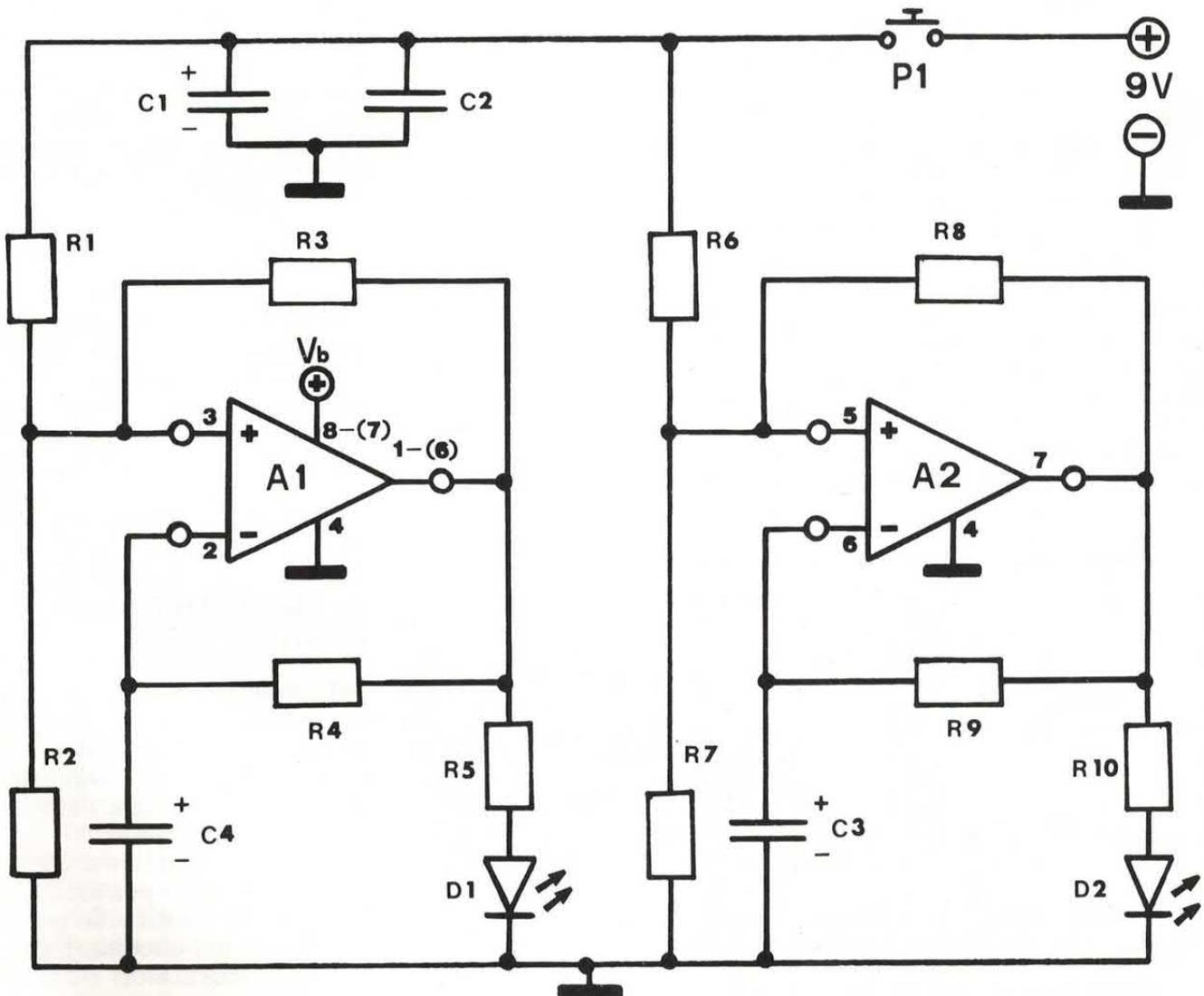
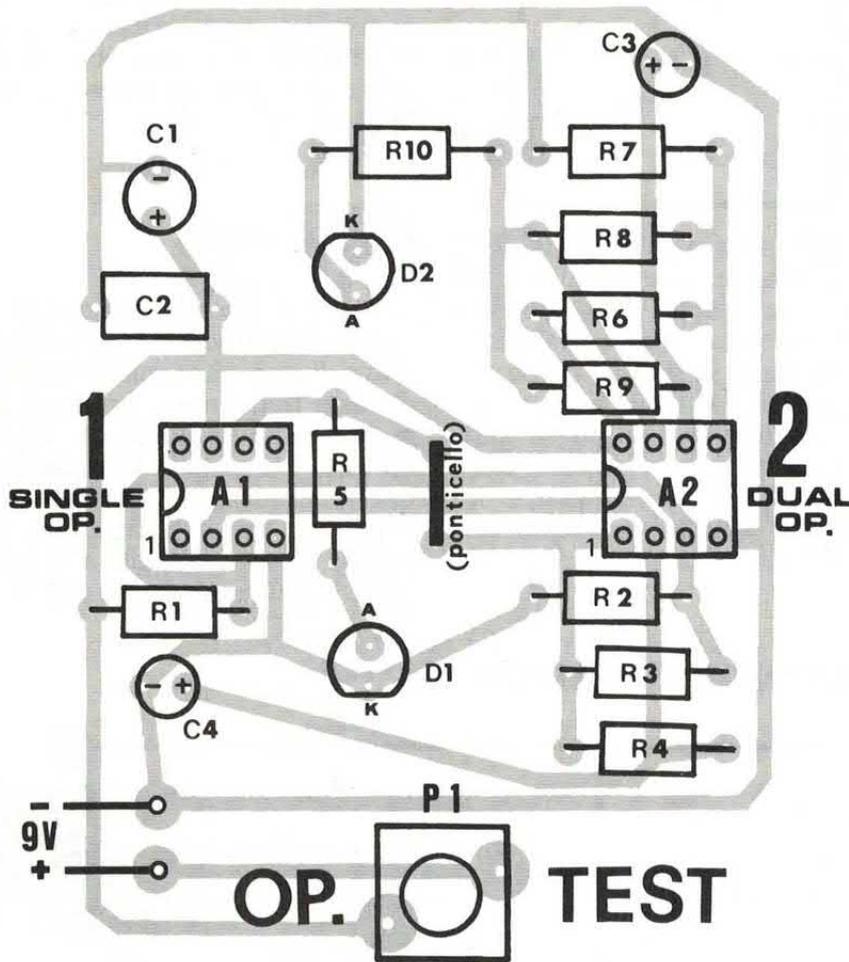
Lo strumento quindi, pur nella sua essenzialità, è estremamente affidabile e può essere usato con assoluta precisione nel collaudo veloce di tutti gli integrati operazionali più comuni, incapsulati in contenitore DUAL-IN-LINE a 8 piedini.

Non bisogna quindi lasciarsi sfuggire questo interessante progetto, perché costa poco, dà responsi sicuri, e diventerà ben presto uno strumento indispensabile per ogni appassionato di elettronica.

Lo si potrà utilizzare prima di un montaggio per sciogliere definitivamente ogni riserva sull'efficienza degli operazionali riciclati, ma anche di quelli nuovi «di zecca».

Nella pratica infatti può sempre capitare un elemento difettoso per un vizio di fabbricazione; ciò non deve sembrare strano, anzi è normale se si tiene conto che le industrie elettroniche non collaudano di certo ogni singolo pezzo, ma si affidano a controlli campione sull'intera produzione, devolvendo poi alla statistica il verdetto finale sulla garanzia di qualità.

L'uso dell'OP TESTER si fà poi imperativo quando si acquistano stock di integrati in offerta speciale nei mercati del surplus elettronico, onde evitare di ritrovarsi tra le mani componenti fasulli e dover dire: credevo di aver fatto un buon affare ...

## CIRCUITO ELETTRONICO

L'amplificatore operazionale in prova costituisce il componente attivo di un multivibratore astabile di bassa frequenza in grado di generare, se lo stadio oscilla correttamente, un segnale ad onda quadra simmetrica, cioè con duty-cicle (rapporto tra il tempo per cui l'uscita rimane a livello alto ed il periodo del segnale) pari al 50% .

## disposizione componenti

In questo tipo di circuito si può osservare che l'uscita viene riportata su ambedue gli ingressi (invertente e non invertente) dell'operazionale in modo che la frequenza degli impulsi generati venga praticamente determinata dai tempi di carica e scarica del condensatore C4 attraverso R4.

Il duty-cicle e il tasso di retroazione positiva sono stabiliti da R1, R2 e R3, mentre la frequenza di lavoro, come già detto, è fissata dai valori di R4 e C4.

traccia rame

Più esattamente:

$$f\,(Hz) = \frac{0{,}714}{(R4 \times C4)}$$

(se R1=R2=R3).

Nel nostro caso la frequenza vale:

$$f = \frac{0{,}714}{(100.000 \times 0{,}000001)} =$$

= 7,14 Hz.

Nelle formule C4 ed R4 sono espressi rispettivamente in farad e in ohm.

L'oscillazione dell'amplificatore operazionale viene segnalata dal lampeggio del diodo LED D1, collegato sull'uscita mediante la resistenza limitatrice R5.

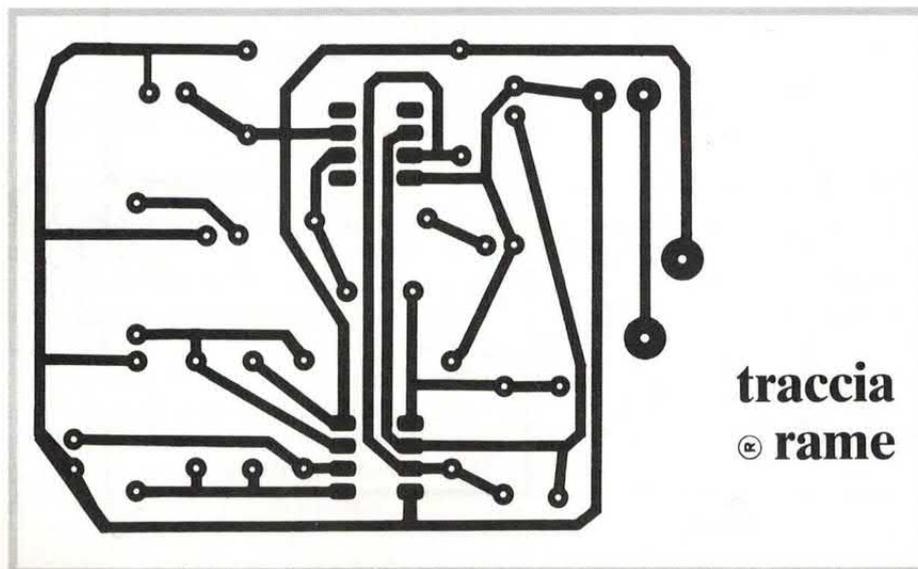
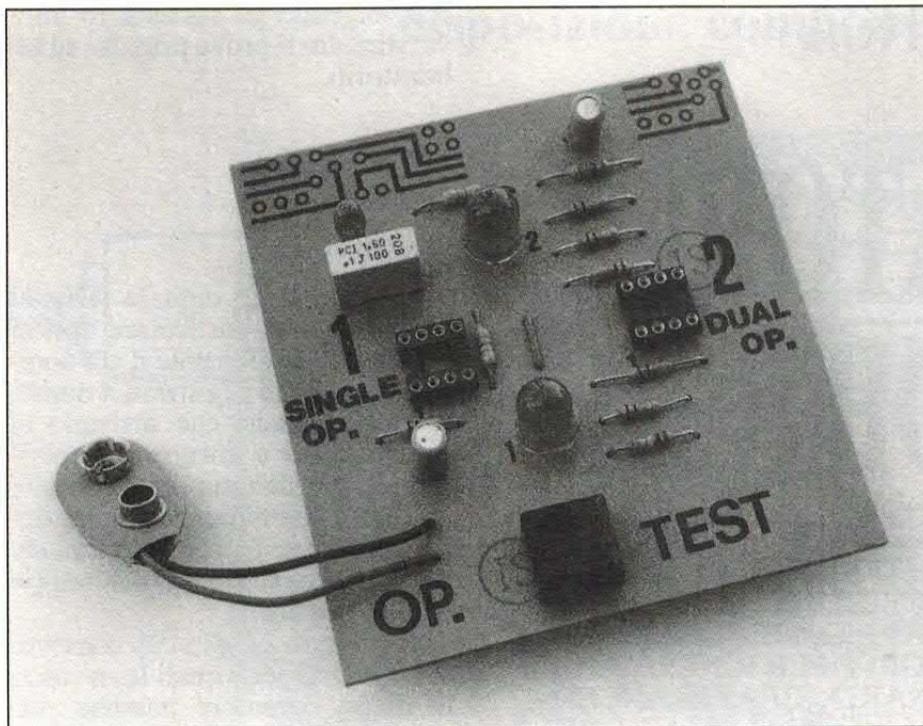
Se l'integrato in prova contiene due operazionali, entra in gioco anche il secondo stadio A2, gemello del primo (A1). È così possibile controllare qualsiasi chip di sngolo o doppio operazionale in contenitore Dual-in-Line ad 8 pin.

Tanto per elencarne alcuni: TL071, TL081, LM741, UA771, LF351, LM318, TLC271, CA3130, NE5534; operazionali doppi, TL082, TL072, LM358, MC1458, LS4558, LF353, TLC272.

Occorre prestare però molta attenzione nell'inserirli distintamente e nel loro giusto verso nei due zoccoli predisposti sul circuito stampato dell'OP TESTER. Cioè non bisogna inserire un operazionale singolo nello zoccolo per i doppi, e viceversa.

### REALIZZAZIONE PRATICA

La costruzione dello strumento va condotta seguendo lo schema pratico di montaggio, dopo aver approntato la basetta stampata di cui si riporta, in scala 1:1, il disegno delle piste di rame.

È necessario inoltre effettuare un piccolo ponticello per chiudere la continuità elettrica delle piste del circuito. Le polarità dei condensatori elettrolitici e dei LED vanno ovviamente rispettate, seguendo il piano di

montaggio illustrato in queste pagine.

Nei diodi, il terminale del catodo è quello più corto e posto dalla parte smussata dell'involucro del componente.

Infine, è bene usare per gli zoccolini degli integrati, a 4+4 pin, il tipo con contatti a tulipano, che garantisce un alto numero di inserimenti sicuri e precisi (più di 1000).

Terminato il montaggio il circuito è pronto per l'uso, poiché non richiede alcuna operazione di taratura. Se avete in casa un operazionale integrato di quelli elencati, o con piedinatura analoga a quella deducibile dallo schema elettrico, inseritelo nel rispettivo zoccolo. Se avete un operazionale singolo innestatelo nello zoccolo A1, mentre nel caso sia doppio dovrete innestarlo nello zoccolo A2.

## IL COLLAUDO

Date quindi alimentazione al circuito (basta una pila a secco da 9 volt) e premete il pulsante di test; se il rispettivo LED lampeggia significa che il circuito integrato funziona regolarmente, e che comunque amplifica abbastanza. Diversamente il componente è guasto e inutilizzabile.

## UNA REGOLA IMPORTANTE

Prima di concludere facciamo notare una regola d'uso che sarebbe bene rispettare: per come è costituito il circuito non bisogna lasciare innestati contemporaneamente un doppio operazionale ed uno singolo, ovvero non bisogna tenere contemporaneamente integrati negli zoccoli A1 e A2, anche se correttamente inseriti.

Questo perché per risparmiare spazio il progettista ha preferito utilizzare la rete di retroazione ed il LED dell'operazionale singolo (A1) anche per testare il primo amplificatore contenuto nei doppi operazionali, che di solito fa capo ai piedini 1 (uscita) 2 (ingresso invertente) e 3 (ingresso non-invertente).

Tali piedini sono quindi connessi, sullo stampato, ai rispettivi dello zoccolo di A1: cioè l'uscita del primo operazionale di A2 sta con A1, gli ingressi invertenti sono collegati assieme, e così pure i non-invertenti. In pratica il piedino 1 dell'A2 è unito al 6 dell'A1, il 2 dell'A2 è collegato al rispettivo dell'A1, ed il 3 dell'A2 è connesso con il piedino 3 dello zoccolo dell'A1.

In tal modo le resistenze R1, R2, R3, R4, R5, il condensatore C4, ed il LED D1, servono per far oscillare sia l'operazionale A1, che la prima sezione dell'A2. Naturalmente se si inserisce un solo circuito integrato per volta, perché con entrambi (anche se non è detto) possono esserci problemi, tanto più se uno solo dei due (A1 o A2) è guasto.

Senza contare che in caso di guasto all'interno di uno dei due microcircuiti in prova non è facile valutare quale effettivamente sia il componente che non va, perché per far accendere il LED D1 basta che uno dei due operazionali funzioni; a meno che uno dei due chip non sia completamente fuso e quindi abbia i piedini tra loro in cortocircuito. □

**COMPONENTI**

**R1 = 100 Kohm**
**R2 = 100 Kohm**
**R3 = 100 Kohm**
**R4 = 100 Kohm**
**R5 = 1 Kohm**
**R6 = 100 Kohm**
**R7 = 100 Kohm**
**R8 = 100 Kohm**
**R9 = 100 Kohm**
**R10 = 1 Kohm**

**C1 = 10 μF 16 Vl**
**C2 = 0,1 μF poliestere**
**C3 = 1 μF 16 Vl**
**C4 = 1 μF 16 Vl**
**D1 = LED**
**D2 = LED**
**P1 = pulsante da c.s. normalmente aperto**

**Le resistenze sono tutte da 1/4 di watt, con tolleranza del 5%.**

# CONTATORI E DECODIFICHE

UNA RAPIDA CARRELLATA SU ALCUNI DISPOSITIVI FONDAMENTALI PER L'ELETTRONICA DIGITALE. UN'OCCASIONE PER RICORDARE COME FUNZIONANO CONTATORI E DECODIFICATORI E PER RINFRESCARSI LE IDEE SULLA LOGICA BINARIA, GRAZIE ANCHE AD UN ESPERIMENTO DI FACILE REALIZZAZIONE.

di GIANCARLO MARZOCCHI

**È opinione condivisa da molti che, per imparare presto e bene, è sempre meglio provare in pratica quanto studiato in teoria. Così facendo si riesce molto più velocemente ad assimilare tutte quelle nozioni fondamentali che non sempre i libri riescono a spiegare in modo chiaro ed esauriente.**

**Lo scopo di questo articolo è proprio quello di sciogliere definitivamente ogni dubbio intorno al funzionamento dei contatori e delle decodifiche di tipo digitale.**

**A supporto della trattazione teorica si propone lo schema elettrico di un valido dimostratore logico sperimentale, rigorosamente provato e collaudato, che permette di verificare visivamente e all'istante gli stati logici operativi di questi importanti circuiti digitali.**

**Un'occasione in più quindi anche per gli insegnanti di materie elettroniche che possono arricchire d'interesse la loro attività didattica, coinvolgendo gli studenti in nuove, stimolanti prove pratiche di laboratorio.**

## I CONTATORI DIGITALI

Un contatore digitale (Digital Counter) è un particolare tipo di rete logica sequenziale il cui compito è quello di registrare il numero degli impulsi che arrivano al suo ingresso e fornire, in corrispondenza dell'impulso contato, una certa combinazione logica degli stati di uscita, secondo una sequenza che si ripete nel tempo ogni M impulsi.

Il numero M di stati consecutivi, diversi, per i quali le -n- uscite di un contatore passano prima di ripetere un ciclo, viene detto «modulo o radice» del contatore.

Se il modulo M è un numero pari ad una potenza di 2 (M=2 elevato ad n=$2^n$) il contatore si definisce «binario» e le configurazioni delle uscite si susseguono secondo le serie naturale dei numeri binari da zero a (M-1).

Un contatore binario a 4 bit ha un modulo 16 ($2^n$=16 dove «n» vale 4) ciò vuol dire che ogni volta che si ha una transizione del segnale d'ingresso, il contatore incrementa (o decrementa) di 1 il numero binario a 4 bit memorizzato. Il numero che segue il 15 (1111) è zero (0000).

Un contatore può contare in avanti (UP) o indietro (DOWN) o fare entrambe le cose (Bidirectional) dipendentemente dal livello logico presente sull'ingresso di modo. Tutti i contatori possono essere azzerati in qualsiasi momento fornendo un impulso positivo (o negativo) all'ingresso di Clear-Reset.

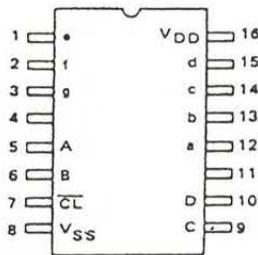
In alcuni tipi di contatori (Presettable Counters) è poi possibile fissare un valore di partenza del conteggio, attraverso gli ingressi di Preset che vengono inizializzati con il codice logico binario corrispondente. Il conteggio viene attivato dal fronte positivo o negativo del segnale applicato all'ingresso del modulo contatore (ingresso di Clock).

**MC14495**

TRUTH TABLE

| INPUTS | | | | OUTPUTS | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| D | C | B | A | a | b | c | d | e | f | g | DISPLAY |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 2 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 3 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 4 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 5 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 6 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 8 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 9 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | A |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | b |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | C |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | d |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | E |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | F |

ALPHANUMERIC DISPLAY

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 A b C d E F

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15

**Piedinatura e tabella di verità del decodificatore BCD/7 segmenti usato nel circuito.**

## CODIFICA BINARIA

Com'è noto, i circuiti logici digitali lavorano con segnali che possono assumere due soli livelli di tensione: alto (High) o basso (Low).

Per una convenzione, detta «di logica positiva» il livello basso viene fatto corrispondere ad uno stato logico zero (falso - false) ed il livello alto ad uno stato logico «1» (vero - true). Si dice così che la logica digitale ha una «natura binaria».

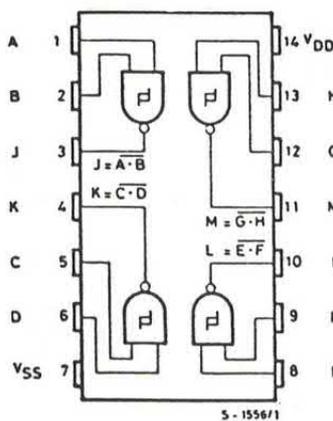
Per scrivere un numero arabo vengono usati dieci differenti simboli o cifre (digit): 0,1,2,3,4,5, 6,7,8 e 9. Il sistema di numerazione che usa dieci cifre viene perciò chiamato «decimale».

Nel sistema binario invece, come appena detto, si impiegano due soli simboli o cifre: 0 e 1, denominate «bit» (termine ricavato dalle prime ed ultime lettere delle parole «binary digit») e rappresentano la base dell' informazione logica di tutti i sistemi digitali.

In codice binario il numero decimale 0 è rappresentato da uno zero logico e il numero decimale 1 da un uno logico. Detto questo, viene spontaneo domandarsi com'è possibile rappresentare in binario i numeri decimali più alti di 1.

Semplice, la cosa riesce utilizzando combinazioni diverse di 0 ed 1 in un sistema di conteggio basato su potenze di 2, dove ad ogni cifra binaria, a seconda della sua posizione, viene corrisposto un diverso «peso», cioè viene attribuito un valore potenza di 2: per esempio $2^n=1$; $2^n=2$; $2^n=4$; $2^n=8$; $2^n=16$... dove n vale rispettivamente 0, 1, 2, 3, 4...

Risulta così facile comprendere come, per esempio, un numero binario di 4 bit può codificare 16 numeri decimali, da 0 a 15 ($2^n$ = 16; dove n=4).

Il numero binario 0101 vale in decimale: 0101 = (0 x 2^3) + (1 x 2^2) + (0 x 2^1) + (1 x 2^0) = 0+4+0+1=5. Invece, il numero binario 1010 vale in decimale: 1010 = (1 x 2^3) + (0 x 2^2) + (1 x 2^1) + (0 x 2^0) = 8+0+2+0=10.

**Il CD4093 contiene quattro porte NAND a trigger di Schmitt.**

Il codice pesato che abbiamo utilizzato è noto come codice binario «8421»,ed una sua versione è la base di quello ancor più diffuso, chiamato codice decimale codificato in binario o «BCD».

Nella rappresentazione visiva dei numeri binari bisogna tuttavia tener presente che in un codice a quattro bit, composto cioè da sedici cifre, al posto dei numeri decimali da 10 a 15 vengono usate corrispondentemente le lettere dalla A alla F, in modo da poter utilizzare i comuni display a LED per la lettura del numero binario.

## DECODIFICATORI

Come si è appena detto, un gruppo di -n- bit contiene $2^n$ elementi di informazione. Tante infatti sono le possibili combinazioni di n- bit.

Prende il nome di decodificatore digitale (Digital Decoder) un circuito capace di estrarre tale contenuto d'informazione in cui ogni uscita corrisponde ad una determinata configurazione degli «n» ingressi.

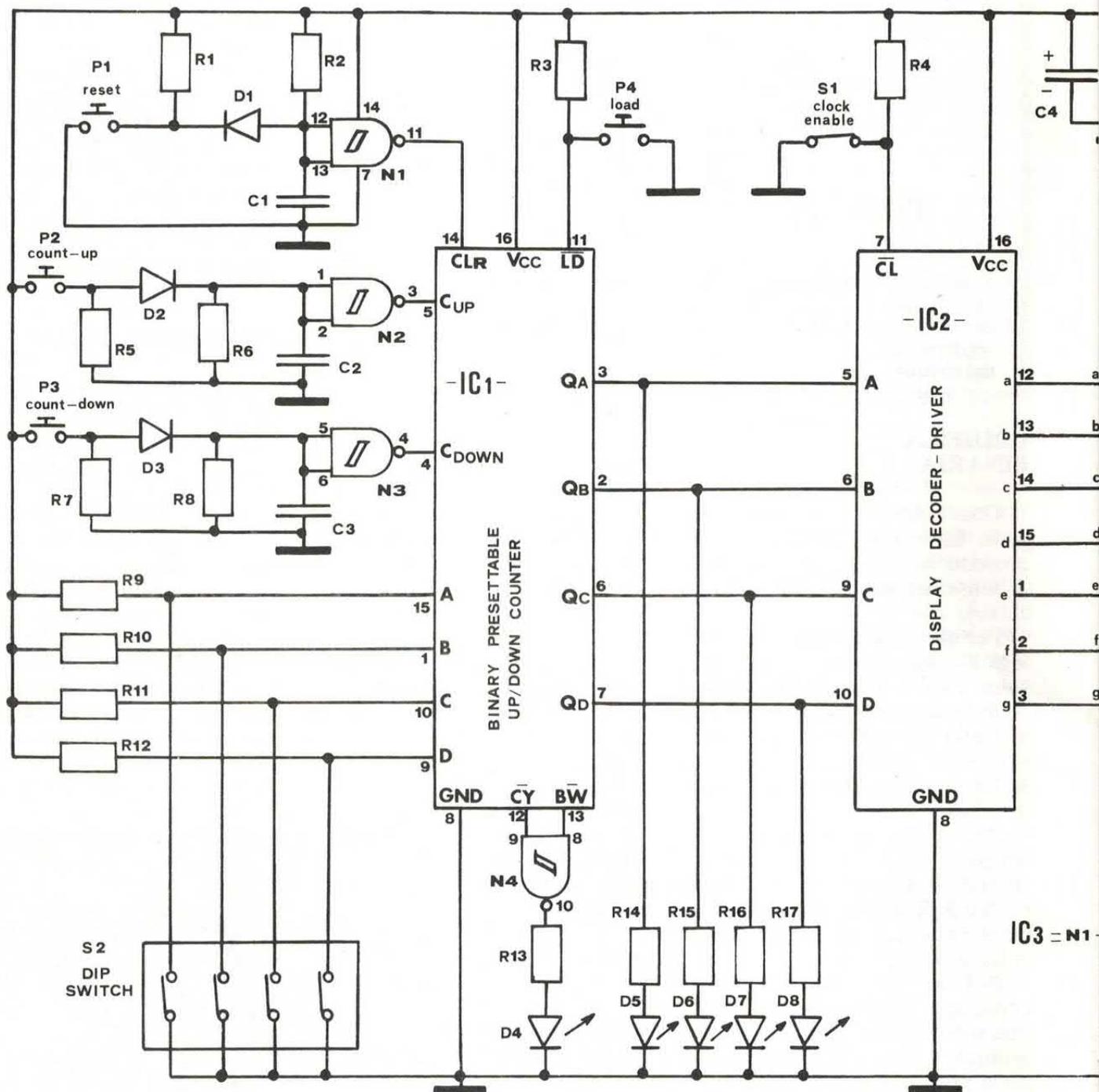
In pratica la funzione di un decodificatore è quella di operare una traduzione da un codice ad un altro. Molto comuni sono le decodifiche capaci di tramutare il codice binario (che si presenta sui 4 ingressi di indirizzo A, B, C, D) nel codice decimale o esadecimale.

Un codificatore normalmente è in grado di abilitare dei dispositivi, chiamati visualizzatori alfanumerici, che rendono visibili i numeri, le lettere dell'alfabeto ed altri simboli.

Spesso il decodificatore svolge anche la funzione di memoria (Latch) dei segnali d'ingresso e di pilotaggio diretto (Driver) del visualizzatore alfanumerico (Display) fornendo a quest'ultimo la corrente necessaria. In tal caso viene definito «Decoder/Latch/ Driver».

## SCHEMA ELETTRICO

Nel circuito sperimentale proposto vengono utilizzati i seguenti

# schema elettrico

integrati digitali di tipo CMOS:

CD40193, Presettable 4-BIT Binary UP/DOWN Counter, ovvero un contatore binario a 4 bit, avanti/indietro, inizializzabile (presettabile);

MC14495, BCD To Seven Segment Hexadecimal Display Decoder/Latch/Driver, cioè un decodificatore BCD/sette segmenti, esadecimale, con memoria e sezione pilota del display;

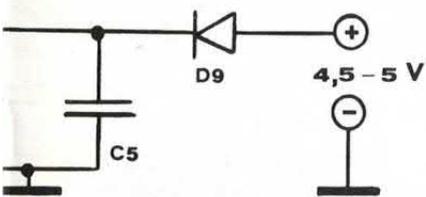
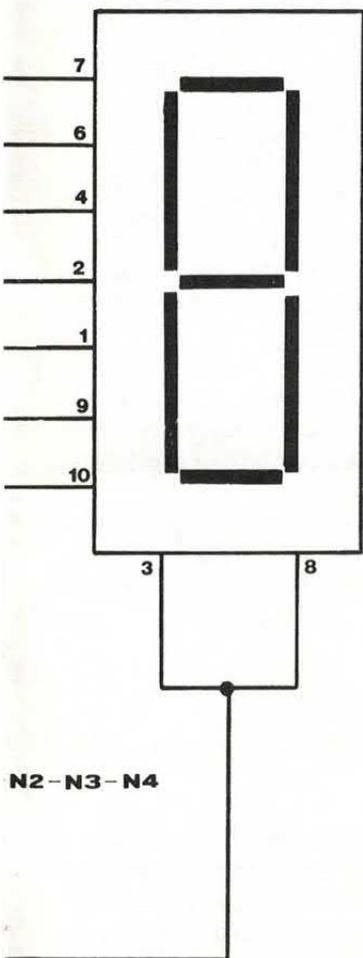
CD4093, Quad 2-Input NAND Schmitt Trigger, cioè un chip che contiene quattro porte logiche NAND a 2 ingressi indipendenti, dotate di squadratore (trigger).

Analizziamo ora in dettaglio la funzione dei piedini dei primi due integrati digitali. Iniziamo dal contatore 40193:

– piedino 5 (C UP) ingresso impulsivo per il conteggio in avanti;

– piedino 4 (C DOWN) ingresso impulsivo per il conteggio indietro;

– piedini 15, 1, 10, 9 (A,B,C,D) ingressi dati di Preset, che vengono riportati in parallelo sulle uscite

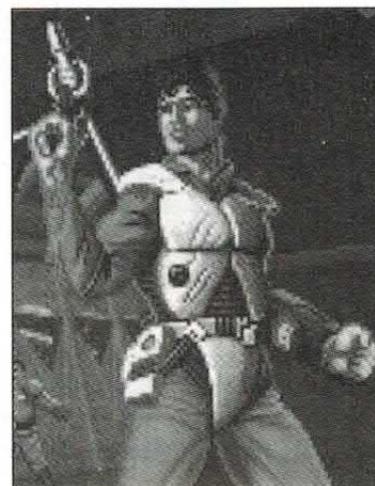
**Il circuito consente il test delle funzioni di contatori e decoder.**

QA, QB, QC, QD quando l'ingresso LD lo comanda;
- piedino 11 (LD), ingresso di Load (attivo quando è basso) consente il passaggio dei dati in parallelo dagli ingressi A,B,C,D alle uscite QA,QB,QC,QD;
- piedini 3,2,6,7 (QA, QB, QC, QD) uscite di conteggio, vengono memorizzate fino a quando non si verifica un nuovo evento (reset, load, conteggio UP/DOWN);
- piedino 14 (CLR) ingresso di Clear (Reset)che permette di azzerare le uscite di conteggio;
- piedino 12 (CY) uscita Carry: viene attivata (livello logico basso) alla fine di ogni conteggio in avanti (UP);
- piedino 13 (BW) uscita BORROW: viene attivata (livello logico basso) alla fine di ogni conteggio indietro (DOWN);
- piedini 16 (VCC), 8 (GND o VSS), rispettivamente, alimentazione positiva e negativa del chip;

DECODIFICATORE 4495:
- piedini 5, 6, 9, 10 (A, B, C, D), ingressi dei dati codificati, controllati dall'ingresso CL;
- piedino 7 (CL), ingresso di abilitazione (attivo quando è basso) per il caricamento in memoria (latch) dei dati di input A, B, C, D;
- piedini 12, 13, 14, 15, 1, 2, 3 (a, b, c, d, e, f, g) uscite decodificate per il pilotaggio diretto dei segmenti del display;
- piedini 16 (VCC), 8 (GND) rispettivamente, alimentazione positiva e negativa del chip.

## I PULSANTI ANTIRIMBALZO

Dell'integrato 4093, tre porte logiche NAND formano dei pulsanti elettronici antirimbalzo (Debouncing Switch) indispensabili per il corretto funzionamento del contatore digitale. Non è infatti possibile, anche se solo a fini dimostrativi, applicare direttamente dei pulsanti meccanici sugli ingressi C UP e C DOWN dell'integrato 40193.

È noto che cortocircuitando un contatto meccanico non viene eseguita una sola commutazione, ma tantissime e velocissime microchiusure dovute alle asperità dei contatti metallici. Pertanto, premendo i pulsanti P2 o P3 si vedrebbe il display contare più di un impulso a causa dei segnali spuri generati che vengono inevitabilmente «sentiti» e conteggiati dall'integrato IC1.

Per evitare questo disturbo è allora necessario interporre, tra

**COMPONENTI**

R 1 = 1 Kohm
R 2 = 100 Kohm
R 3 = 100 Kohm
R 4 = 100 Kohm
R 5 = 1 Kohm
R 6 = 100 Kohm
R 7 = 1 Kohm
R 8 = 100 Kohm
R 9 = 100 Kohm
R10 = 100 Kohm
R11 = 100 Kohm
R12 = 100 Kohm
R13 = 390 ohm
R14 = 390 ohm
R15 = 390 ohm
R16 = 390 ohm
R17 = 390 ohm
C 1 = 1 uF poliestere 50 V
C 2 = 1 uF poliestere 50 V
C 3 = 1 uF poliestere 50 V
C 4 = 47 uF 16 Vl
C 5 = 100 nF
D 1 = 1N4148
D 2 = 1N4148
D 3 = 1N4148
D 4 = LED verde
D 5 = LED rosso
D 6 = LED rosso
D 7 = LED rosso
D 8 = LED rosso
D 9 = 1N4002
LD1 = Display a catodo comune (FND500 oppure LT322)
IC1 = CD40193
IC2 = MC14495
IC3 = CD4093
P 1 = Pulsante normalmente aperto
P 2 = Pulsante normalmente aperto
P 3 = Pulsante normalmente aperto
S 1 = Interruttore unipolare
Tutte le resistenze sono da 1/4 di watt, con tolleranza del 5%.

## ALLE USCITE DEL CONTATORE

| CK | A | B | C | D |
|---|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 3 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 4 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 5 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 6 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 7 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 8 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 9 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 10 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 11 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 12 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 13 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 14 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 15 | 1 | 1 | 1 | 1 |

**Per ogni impulso contato in ingresso, sulle uscite QD, QC, QB, QA, si ottiene una diversa combinazione di 1 e 0, come vedete dalla tabella che rappresenta la corrispondenza tra il numero di impulsi contati ed il relativo numero in codice «8421».**

pulsante e ingresso del contatore, un'interfaccia antirimbalzo che, captato il primo impulso, rimane forzatamente nella condizione logica richiesta per un tempo sufficiente ad isolare l'ingresso di conteggio dal rumore di commutazione prodotto dal pulsante.

Le porte NAND N2 ed N3, collegate come Inverter Logici, realizzano una semplice versione di interruttore elettronico antirimbalzo che prevede, a pulsante P2 o P3 premuto, un livello logico 0 sull'ingresso di conteggio di IC1. I valori di R6-C2 e R8-C3, determinano rispettivamente la massima velocità di risposta, ovvero di conteggio agendo sui pulsanti P2 e P3.

## LE RETI DI FILTRO

La porta NAND N1 svolge una funzione analoga a quella delle porte N2 ed N3 solo che, a pulsante P1 premuto, fornisce in uscita un livello logico 1 anziche' 0, idoneo a pilotare l'ingresso di clear (reset) del contatore digitale 40193.

Quando il pin 14 va alto le uscite QA, QB, QC, QD si azzerano, qualunque sia lo stato logico di C UP, C DOWN o LD.

## IL CIRCUITO SPERIMENTALE

Vediamo dunque il funzionamento del circuito sperimentale che proponiamo: appena viene fornita la tensione di alimentazione al circuito (tensione continua di valore compreso tra 4,5 e 5,1 volt) viene generato un impulso di reset dalla rete R2-C1, impulso che, attraverso la porta NAND N1, provoca l'azzeramento del contatore IC1 indicato dalla cifra «0» che appare sul display (l'interruttore S1 è normalmente chiuso).

Se viene premuto il pulsante P4, l'ingresso LD di IC1 va a livello basso basso, perciò le uscite QA, QB, QC, QD assumono lo stesso stato logico degli ingressi

A, B, C, D ed il conteggio parte dal valore binario rappresentato da tali bit.

Quando CLR è a livello basso LD è alto, C UP e C DOWN sono entrambi ad uno logico, e le uscite di IC1 rimangono stabili. Azionando P2 o P3 avviene una transizione di stato logico da basso ad alto (fronte di salita) che determina, per gli ingressi C UP e C DOWN, rispettivamente il conteggio in avanti o indietro di IC1, visualizzato immediatamente sul display.

Quando il conteggio in UP ha raggiunto il valore 1111 (15=F) l'uscita di Carry (pin 12) va a livello basso e tale evento viene segnalato dalla breve accensione del LED D4, mentre quando il conteggio in Downha raggiunto il valore 0000 (zero) è l'uscita di Borrow (pin 13) ad assumere il livello logico basso, facendo illuminare per un attimo il LED D4. Queste due uscite di riporto (Carry e Borrow) sono determinanti quando si deve ottenere un conteggio binario a più di quattro cifre.

## PIÙ CONTATORI IN CASCATA

Collegando in cascata più contatori, quando il Carry o il Borrow ritornano a livello alto (rispettivamente quando il conteggio ricomincia da 0 o da 15=F, a seconda del senso) forniscono il clock per il chip collegato immediatamente dopo.

Le uscite QA, QB, QC, QD di IC1 pilotano gli ingressi A, B, C, D dell'integrato decodificatore per display a sette segmenti IC2. È grazie ad esso che è possibile leggere direttamente sul display il conteggio degli impulsi applicati sugli ingressi C UP e C DOWN di IC1.

Tuttavia avendo inserito quattro LED (D5, D6, D7, D8) in parallelo alle uscite di IC1, è anche possibile seguire visivamente il cambiamento di stato di ogni singola uscita, in concomitanza dei mutamenti logici degli ingressi C UP e C DOWN.

Per ogni impulso contato in ingresso, sulle uscite QD, QC, QB, QA, si ottiene una diversa combinazione di 1 e 0, come indicato nell'apposita tabella, che rappresenta la corrispondenza tra il numero di impulsi contati ed il relativo numero in codice pesato «8421».

L'integrato IC2 converte questo codice nel codice esadecimale, i cui simboli o cifre vengono visualizzati, di volta in volta, sul display a sette segmenti LD1.

È noto che ogni segmento di un simile display non è altro che un diodo LED identificato con le lettere dell'alfabeto dalla «a» alla «g». I catodi di questi LED risultano tutti collegati ad un unico terminale (se il display è a catodo comune; esistono anche i display ad anodo comune) il quale viene collegato al negativo di alimentazione. La disposizione dei segmenti nel display è tale da raffigurare il numero «8» ed in effetti se si accendono tutti i rispettivi LED, ponendo in condizione logica 1 i terminali a, b, c, d, e, f, g, appare proprio il numero «8».

## COSA APPARE SUL DISPLAY

Se invece si fa in modo che qualche segmento rimanga spento, applicando sul rispettivo terminale una condizione logica 0, è possibile far comparire tutti i sedici simboli dell'alfabeto esadeci-

## IL DISPLAY LT322

**1** segmento e
**2** segmento d
**3** comune (catodo)
**4** segmento c
**5** punto decim. (D.P.)
**6** segmento b
**7** segmento a
**8** comune (catodo)
**9** segmento f
**10** segmento g

## NOTE APPLICATIVE

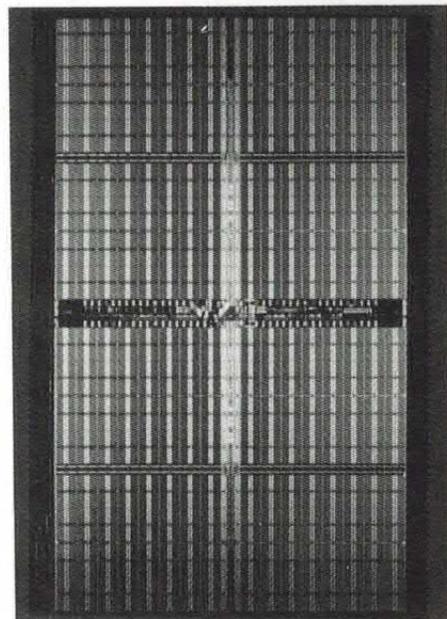
**Per realizzare in pratica il circuito dimostrativo, consigliamo di utilizzare le famose basette sperimentali con contatti a molla. Queste piastre, oltre ad essere comodissime e poco costose, offrono innumerevoli vantaggi: permettono di collegare rapidamente i componenti senza dover effettuare alcuna saldatura.**
**Le connessioni possono essere sviluppate da terminale a terminale seguendo direttamente lo schema elettrico; i componenti non vengono danneggiati e possono così essere proficuamente recuperati per altri esperimenti; è possibile mettere in atto numerosi «test-point» (punti di prova) ovunque si desideri effettuare delle misurazioni.**
**Le connessioni sulla piastra sperimentale vanno eseguite con fili variamente colorati, tenuti aderenti alla basetta per favorire un rapido controllo del circuito e conferire un aspetto ordinato al montaggio.**
**Comunque si possono tranquillamente effettuare dei ponticelli «volanti», lunghi quanto necessario, senza alcun problema.**
**Per alimentare il circuito è sufficiente utilizzare una comune pila piatta da 4,5 volt, oppure un alimentatore con uscita regolata per 5 volt.**

male: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F.

A ciò provvede l'integrato decodificatore e pilota IC2, capace di tradurre le quattro informazioni logiche disponibili sulle uscite binarie di IC1 nelle sette informazioni logiche richieste dal display per accendersi correttamente durante il conteggio in esadecimale.

Il dato binario presente sugli ingressi A, B, C, D di IC2, viene caricato nella memoria (latch) dell'integrato solo se il piedino di controllo CL (pin 7) è mantenuto basso.

Forzando a massa questo terminale il numero presente sulle uscite di IC1 viene immediatamente visualizzato sul display. Se l'interruttore S1 viene aperto, collegando il terminale di controllo della memoria interna del decodi-

ficatore al positivo di alimentazione, cioè in condizione logica 1, sul display rimane visualizzato l'ultimo numero che era comparso prima del cambiamento di stato del pin 7 (ossia l'ultimo caricato in memoria). Lasciando ad «1» tale terminale, pigiando P2 o P3 si può notare che, sebbene IC1 registri correttamente il numero d'impulsi ricevuti in ingresso (operazione visibile grazie ai LED collegati sulle sue uscite), l'integrato IC2 rimane completamente inoperante, non potendo memorizzare i dati presenti sugli ingressi A, B, C, D per la decodifica e la visualizzazione.

□

dai lettori

# annunci

**CERCO** urgentemente schema di un TX TV audio video III banda VHF per uso discoteca. Minimo 2 WRF pago in contanti in contasegno postale L. 30.000. Telefonare dalle 20 in poi allo 0425/410293. Roberto.

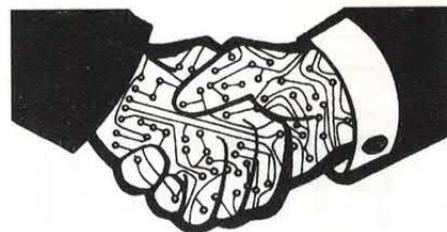
**OCCASIONI** vendo: optoelettronica, connettori, motori pot a filo, commutatori, bobine AF BF testine registrazione, resistenze HI W strumenti ad ago, Triac, SCR, IC condensatori HI Cap., trasformatori per valvole e uscita, ottica per telecamere, telecamere, fotocamere intensificatore di luce, binocoli microfoni, radio riceventi. Inviare L. 2500 in francobolli per ricevere la lista del materiale. Capozzi Roberto, via Lyda Borelli 12, 40127 Bologna. Tel. 051/501314.

**VALVOLE** nuove vendesi; tipo: 6C33CB - 6550WA- 6L6 - 6L6GB - 6L6GC - EL34 - EL84 - E80CC - E81CC - E82CC - E83CC - E88CC - 310A - E80F - EF86 - 6FQ7 - E130LSQ - E235L - 5881 - 12BH7A - AL4 - EL3 - ABL1 - EBL1 - ECH3 - ECH4 - 1561 - 1805 - AZ1 - ECC81 - ECC82 - ECC83 - ECC88 - 5751 - 5814 - 6AS7G - 6080 ed altre. Borgia Franco, via Valbisenzio 186, 50049 Vaiano (FI). Tel. 0574/987216.

**VENDO** o scambio software per C64 su disk. Prezzi modici (Lit. 6000 a disk). Richiedere lista con più di 1200 titoli + hardware .libri e kit. Martini Claudio, via Ottimo Anfossi 21, 18018 Taggia (IM). Tel. 0184/45274.

**MANUALE** schemario Hi Fi a valvole vendo. Centinaia di schemi, pre, finali, monotriodo, OTL. Vendo valvole uso audio: 2A3 / VT 52 / VT 62 / 300 B / 310 A / 6C33B / 807 / KT66 / KT 88 / 6550 / EL 34 / 12BH7 / 6C G7 / E80CC ecc. ecc. Luciano Macrì, via Bolognese 127, 50139 Firenze.

**O CAD** ver IV comprendente SDT IV, VSI IV, PLD IV, PCB III L. 78.000 + spese postali. In regalo MS-DOS ver 6,2 italiano con manuale. Provare per credere! Max serietà. Bae Tae Soo, v. Campania 80/A, 00010 S. Lucia di Mentana (Roma). Tel. 06/9051795.

**CAUSA** inutilizzo Oscilloscopio Philips PM3250, 50 MHz, doppia traccia, doppia base tempi; offro a lire 800.000. Inoltre svendo computer IBM XT 286, CPU Intel 286, Floppy 5 1/4 ad alta densità, scheda grafica e schermo CGA, tastiera 102 tasti, HD da 20 MB raddoppiati col DOS 6, DOS 6, Framework 4 e molteplici utility e giochi. Cedo a lire 850.000. Telefonare al 0536/48140 e chiedere di Manuel oppure lasciare il proprio messaggio.

**La rubrica degli annunci è gratis ed aperta a tutti. Si pubblicano però solo i testi chiari, scritti in stampatello (meglio se a macchina) completi di nome e indirizzo. Gli annunci vanno scritti su foglio a parte se spediti con altre richieste. Scrivere a Elettronica 2000, C.so Vitt. Emanuele 15, Milano.**

**ALIMENTATORI** in continua, onda parzializzata, comando manuale-automatico, montati in box o pannello, per fermodellismo vendesi. Luigi Canestrelli, via Legionari in Polonia, 21, 24128 Bergamo.

**VENDO** valvole per radio d'epoca: 2A5 / 2A7 / 2B7 / 6A7 / 27 / 58 / 41 / 42 / 2A3 / 45 / A21 / AZ11 / EL2 / EL3 / EL6 / EM4 / EM34 / 6E5 o CTAL / 6V5 / 6D6 ecc. ecc. Vendo schemari d'epoca e manuale delle valvole (3000 tipi). Luciano Macrì. Tel. 055/4361624.